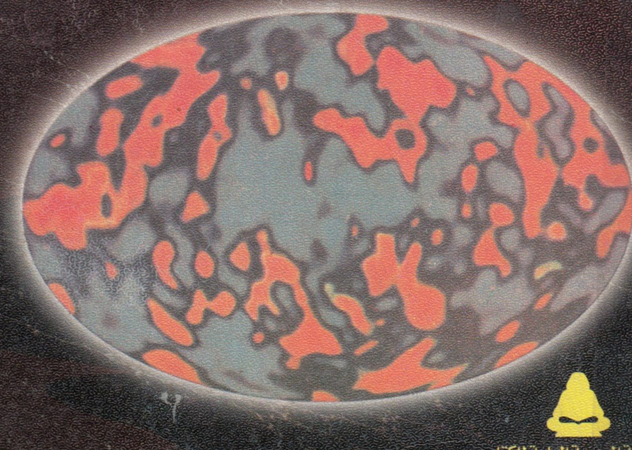
مكتبة
الأسرة
1999

مهرجان القراءة للجميع

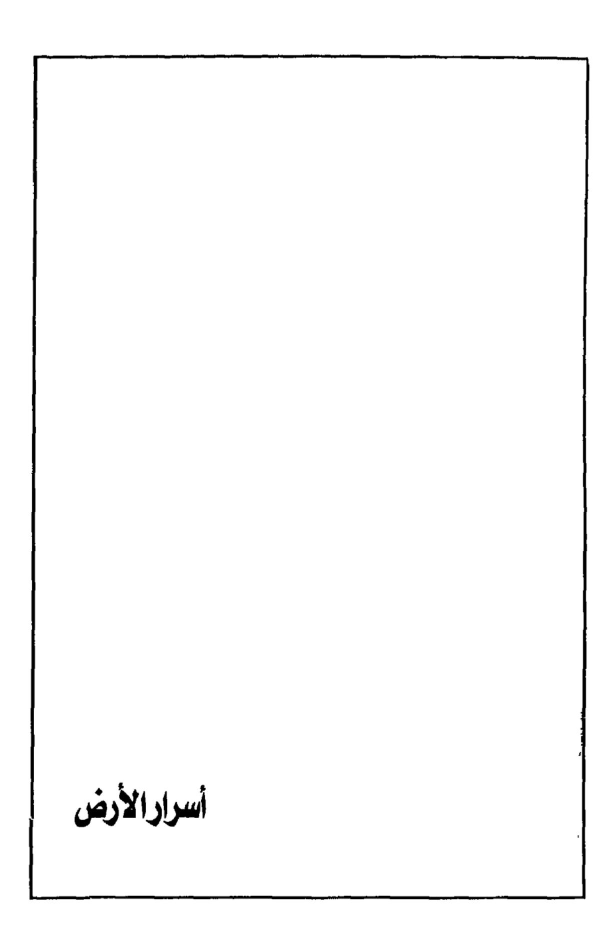
الأعمال العلمية

أسرار الأرض

ترجمة: هاشم أحمد محمد



الهيئة المصرية العامة للكتاب


أسرار الأرض

أسرار الأرض

ترجمة : هاشم أحمد فؤاد



مهرجان القراءة للجميع ٩٩

مكتبة الأسرة

برعاية السيدة سوزان مبارك

(سلسلة الأعمال العلمية)

أسرار الأرض

ترجمة : هاشم أحمد فؤاد

الجهات المشاركة:
جمعية الرعاية المتكاملة المركزية
وزارة الثقافة
وزارة الإعلام
وزارة التعليم
وزارة التنمية الريفية
المجلس الأعلى للشباب والرياضة
التنفيذ : هيئة الكتاب

الغلاف
والإشراف الفني:
الفنان: محمود الهندى
المشرف العام:
د. سمير سرحان

على سبيل التقديم

وتمضى قافلة «مكتبة الأسرة» طموحة منتصرة كل عام، وها هى تصدر لعامها السادس على التوالى برعاية كريمة من السيدة سوزان مبارك تحمل دائمًا كل ما يثرى الفكر والوجدان ... عام جديد ودورة جديدة واستمرار لإصدار روائع أعمال المعرفة الإنسانية العربية والعالمية فى تسع سلاسل فكرية وعلمية وإبداعية ودينية ومكتبة خاصة بالشباب. تطبع فى ملايين النسخ الذى يتلهفها شبابنا صباح كل يوم .. ومشروع جيل تقوده السيدة العظيمة سوزان مبارك التى تعمل ليل نهار من أجل مصر الأجمل والأروع والأعظم.

د. سمير سرحان

مقدمة

نحن نعيش فى زمن ، تسلح فيه الانسان بقدر وافر من العلم . واستطاع الانسان بواسطته أن يبتكر وسائل تقنية جديدة ساعدته على تطوير أسلوب حياته ومعيشته ، واستطاع أن يقهر الأمراض التى كانت تفتك به وبمصادر غذائه فى الماضى . وكان للعلم دور كبير فى ابتكار وسائل حديثة لزراعة المحاصيل الغذائية ، من خلال تهجين سلالات ذات مقاومة عالية للظروف المحيطة به وتعطى انتاجية عالية .

كما تمكن الانسان بواسطة العلم من غزو الفضاء ، للتعرف على الكواكب الأخرى ، ومدى امكانية ملائمتها لحياة الانسان ، وسير الانسان بالعلم أغوار المحيطات ، وتعرف على الكائنات الحية التى تعيش فى البحار .

وقد حث القرآن الكريم والسنة النبوية على تعلم العلم ، لكى يعمر الانسان الأرض ، التى استخلفه الله عليها . ولست فى حاجة الى أن أقول أن العلم هو مقياس تحضر الأمم وقوتها . فعندما تسلح المسلمون بالعلم نشروا الحضارة فى كافة ارجاء

المعمورة ، وعندما ابتعدوا عن العلم والعلمـاء تخلفوا وأصبحوا من دول العالم الثالث أو دول العالم المتخلف .

ومن هنا أدعوك يا عزيزى القارىء أن تتخذ العلم سلاحك لكى تفيد به نفسك ووطنك الذى يحتـاج الى عقول الشباب المفكر الواعى .

وهـذا الكتـاب « أسرار الأرض » ، هو الجزء الأول لموسوعة وأجوبة من كنوز المعرفة ، التى أتشرف بتقديمها تباعا ، ويتضمن هذا الكتاب التعرف على البراكين والزلازل وأسـباب حدوثها ، والأنهار من أين تبدأ والى أين تصب مياهها ، كمـا سنتعرف على أعلى درجات الحرارة فى العـالم ، الى الريـاح التجارية والطقس والمناخ ، وعمر الأرض ونشـوء القارات ، الى غيرها من الموضوعات الشيقة .

وسـوف تشمل الأجزاء التالية من هـذه السلسلة على الآتـى :

الجزء الثانى : أسرار الجسم .

الجزء الثالث : أسرار الحيوان .

الجزء الرابع : عالم الفنون .

الجزء الخامس : مغامرات مدهشة .

الجزء السادس : أسرار التاريخ .

والله ولى التوفيـق

المترجم

ما هـو البركـان ؟

فى السابع والعشرين من اغسطس سنة ١٨٨٣ ، انفجر جبل كراكاتوا (Krakatoa) بمضيق ساندرا الذى يقـع بين جزر سومطرة وجاوة ، وقذف بنحو عشرون كيلو مترا مكعبا من الصخور والغبار ، لارتفاع بلغ ثلاثين كيلو مترا .

واصطبغت صفحة السماء فوق الجبل باللون الأســود ، عندما تساقطت الأمطار الغزيرة المحملة بالرماد فوق مســاحات شاسعة ، وكانت تكتسح الأرض بسرعة مترا واحدا فى الساعة. وخلق الانفجار موجة مدية ، قتلت ما يربو على ٣٦٠٠٠ شخص، وكان دويها يسمع على بعد خمسة آلاف كيلو مترا تقريبـا فى اســتراليا .

كانت قوة انفجـار هــذا البركان الرهيب تعـادل عدة مرات ، الانفجار الذى أحدثته القنبلة الهيدروجينية التى صنعها البشر .

ولحسن الحظ ، فان حدوث مثل هذه الانفجارات البركانية المدمرة ، تعتبر من الحوادث النادرة التى تتكرر على مدى الحياة . وبرغم ذلك ، تحدث الأنشطة البركانية بصورة دائمة فى بعض المناطق فوق سطح الأرض .

ما هو البركان اذن ؟ البركان فى أبسط صوره ، هو فتحة فى قشرة الأرض تنفث أو تنفجر من خلالها الغازات الحارة والصخور المنصهرة . وتسمى الصخور المنصهرة بالحمم (لافا) ، وهى تأتى من أعماق تحت سطح الأرض ما بين ثلاثين الى ستين كيلو مترا .

وهناك مثال آخر شهير لبركان متفجر ، هو جبل بليى (Mount Pelee) فى جزيرة مارتنيك ، الواقعة بالبحر الكاريبى . ففى عام ١٩٠٢ ، كانت مدينة سانت بطرس تقع بالقرب من سفح الجبل . ثم حدث فى صباح يوم الثامن من مايو من نفس العام ، أن انفتح شرخ كبير فى أحد جوانب الجبل ، وعلى أثره حدث انفجار عنيف من البخار والرماد ، اندفع من فتحة الجبل وصحبته زمجرة مروعة ، وفى أقل من دقيقة ، أصبحت مدينة سانت بطرس كومة هائلة من دخان الحجارة المتكسرة . وذكرت التقارير أن الحادث لم ينجو منه سوى شخص واحد من بين ثلاثين ألفا من سكان المدينة ، الذين ماتوا

فى الحادث • وقد أنقذ هـذا الشخص لأنه ظل حبيسا فى قـاع بئر •

وكانت هناك كارثة مشابهة لحادث مدينة سانت بطرس ، والتى أفنت المدينة الرومانية بومبيى (Pompeii) ، عندما انفجر بركان فيزوف ، فى الرابع والعشرين من أغسطس عـام تسعة وسبعون ميلادية • فسرعان ما دفنت مدينة بومبيى وسكانها تحت طبقة كثيفة من الرماد البركانى والغبـار ، وحفظت لعلم الآثار القديمـة ، هذه المدينـة الرائجة المزدهرة ، التى كانت تعيش قمـة رخائهـا الاقتصـادى • وقد أعيد اكتشافهـا فى عام ١٧٤٨ ، وبذلت جهودا منذ ذلك التاريخ ، فى التنقيب عن آثارهـا •

ومثلمـا أخذ سـكان مدينة بومبيى بغتة فى ذلك اليوم الرهيب ، فليس فى استطاعة علماء العصر الحـاضر ، التكهن بموعد حدوث بركان فى طريقه للانفجار ، ولا المدة التى يقضيها البركان حتى يتوقف نشاطـه تماما • فمنـذ ذلك اليـوم فى عام ٧٩ ميلادية ، شهد بركان فيزوف العديد من الانفجـارات الصغيرة ، بلغت أكثر من عشرة انفجارات نشطة ، كان آخرها فى عام ١٩٤٤ • ولا يستطيع أحدا التكهن بالموعد الذى سينشط فيه البركان فى المرة القادمة •

ومع ذلك ، يعرف العلماء الكثير عن أنواع البراكين الهادئة ، وتلك التى تقذف بكميات هائلة من الحمم البازلتية السائلة ، وتكون جبالا ذات انحدارات خفيفة • مثل جبل موانا لوا (Mauna Loa) فى جزر هاواى ، والذى يصل ارتفاعه الى تسعة آلاف مترا ، ويعتبر أعلى جبل فوق الأرض ، لكنه يقع أسفل المحيط بحوالى خمسة آلاف مترا •

ومن أحد التكوينات النادرة والرائعة المنظر للبراكين ، والتى وقعت تحت الملاحظة العلمية لأول مرة فى التاريخ ، ذلك البركان الذى انفجر فى جبل باريكتين (Paricutin) ، والذى يبعد ٣٢٠ كم غربى مدينة مكسيكوسيتى فى عام ١٩٤٣ •

ففى أحد الأيام بعد الظهر ، كان أحد المزارعين يحرث محصول من الأذرة ، عندما فوجىء برؤية تيار متصاعد من البخار ينبعث عن تل صغير • ومع حلول صباح اليوم التالى ، بعد ليلة من التفجيرات المدمدمة ، وقذف وابل من الصخور ، أصبح للبركان مخروطا أرتفاعه خمسة عشر مترا • وبعد أسبوعان ارتفعت فوهة البركان الى مائة وخمسة وثلاثين مترا ، وكان لا يزال يقذف بالكتل الحمراء الملتهبة من الصخور الى ارتفاع مئات الأمتار فى السماء • وتوقف بركان باريكتين عن نشاطه

فى عام ١٩٥٢ ، وقد وصـل ارتفاعـه عند هـذا التاريخ الى ٤٢٥ مترا ، وانتشرت الحمم الى مسافة عشرة كيلو مترات من مركز الجبل .

وتنفجـر بعض البراكين ، مثـل بركـان سـترومبولى فى جزر ليبارى (Lipari) ، الواقعة بالبحر المتوسط ، والتابعة لايطاليا ، بمعدل منتظم . والبعض الآخر ينفجر على نحو معتدل ، وتتأثر طول دورة انفجارها بالزمن الذى تستغرقه تكون الحرارة الكافية لتوليد المجما (الصخور السائلة والغازات) أسـفل القشرة الأرضـية . ويعتبر جبـل اتنـا (Mount Etna) من نوعية هـذه البراكين . وتسمى البراكين التى لم تبد نشاطا لعدة سنوات بالبراكين الخامدة . وتلك البراكين التى يعتقد أنها ميتة ، تسمى بالبراكين المنقرضة .

اضف الى معلوماتك عن البراكين

* تتدفق الحمم عادة بسرعة ٨٠ كيلو مترا فى الساعة ، بينما يمكن أن تصـل السرعة لأقل من ١٦ كيلو مترا فى الساعة .
* هناك حوالى ٥٠٠ بركانا نشطا على مستوى العـالم اليـوم .
* لا يوجد براكين نشطة فى جبال الهيمالايا أو الألب .

* يوجد ما يزيد على ثلاثة أرباع البراكين النشطة فى « حلقة النار » بالمحيط الباسيفيكى .

* أعلى الجبال البركانية غير النشطة فى القارة الأمريكية هو جبل أكونكاجوا فى الأرجنتين — ٧٠٢٣ مترا .

* تنسب كلمة بركان الى (فلكان) ، اله النار الرومان . وكان يعتقد ان الاله يعيش فوق جزيرة ، تسمى أيضا فلكان ، فى مجموعة جزر ليبارى فى البحر المتوسط .

* وقد قدر أنه منذ ميلاد السيد المسيح ، قتل حوالى مليون شخص ، بسبب النشاط البركانى .

* فى الرابع عشر من نوفمبر عام ١٩٦٣ ، عندما كان الصيادون الأيسلنديون يسحبون شباك الصيد على مقربة من شاطىء البحر ، بدأ البحر فى الغليان . وهناك صعدت سحابة كبيرة من البخار ، وببطىء برز مخروط من جزيرة بركانية على السطح فى غضون أسبوعان ، ومع استمرار الحمم فى التدفق ، وصل ارتفاع الجزيرة الى مائة وخمسون مترا ، وبلغ طولها كيلو متران . وقد أطلق عليها شرتاسى (Surtsey) وتنمو فوق الجزيرة فى الوقت الحالى الزهور الجميلة .

وتوجد معظم البراكين تقريبا ، بالقرب من سلاسل جبلية فى مناطق بها ضعف أو كسور بالقشرة الأرضية • ويقع معظم النشاط البركانى فى الأرض حول حدود المحيط الباسيفيكى ، بما يسمى بحلقة النار • وهناك حزام بركانى آخر يعبر البحر المتوسط متجها الى غرب آسيا • وهناك سلسلة بسيطة تجرى فى وسط المحيط الأطلنطى بدءا من أيسلندا فى الشمال ، عبر الأزور ، والاسكنشن وسانت هيلانا الى جزيرة ترستان دوكنها الصغيرة فى الجنوب •

ولايزال سبب حدوث البراكين ، أمرا غير معروفا ، لكنها بلاشك ، من أهم الظواهر الطبيعية الرائعة فوق سطح الأرض • ولدينا شاهد عيان حى ، يفسر انفجار بركان فيزوق الذى ابتلع بومبيى والمدن المجاورة لها ، يعطينا بعض الأفكار عن القوى المتفجرة •

وفى خطاب بعث به بلينوس العالم الرومانى الأصغر وصاحب موسوعة التاريخ الطبيعى (٦٢ ـ ١١٣ م) الى المؤرخ والخطيب الرومانى تاسيتوس (٥٦ ؟ ـ ١٢٠ م) يقول فيه : « ••• البعض رفع أيديهم للآلهة ، والبعض الآخر لم يعتقد بوجود آلهة على الاطلاق ـ فهم يعتقدون بأن الليلة اللانهائية الأخيرة التى سمعنا عنها قد فاجأت العالم » •

جبـال الجليد تحت المـاء

هل يمكنك تصور جبل من الثلج ؟ ان هـذا ما يعنيه اسـم الجبل الجليدى (Kebera) ، وبالرغم من هـذه الكتل من الثلج الطافية فوق سطح البحر ، تبدو فى ضخامة الجبال أحيانا ، الا أن لا يظهر منها سوى القدر القليل فوق سطح المـاء .

وتتكون الجبـال الجليدية فى المناطق القطبية فى جرينلند وانتاركتيكا ، حيث تكون درجات الحرارة من البرودة ، بحيث لا تسمح للجليد بأن يذوب حتى فى فصـل الصيف . وعندما يزداد وزن الثلج ، يجد الهواء منفذا للخروج ، بينمـا يظل الجليد المتكتل . وبمضى آلاف السنين تتكون أنواع من الثلج وتنتشر لتغطى هـذه المساحات الشاسعة . وتسمى هذه المناطق بالثلاجات القارية أو بالغطاءات الجليدية ، وتنفصل من حواف هذه الثلاجات ، الجبال الجليدية التى تنجرف نحو البحر مع تيارات المحيط .

ان أربعة أخماس جرينلاند مغطاة بثلاجة قارية . وتتحرك هذه الثلاجة عبر الجبال ، وتنكسر الى قطع صغيرة من الثلاجات

التى تصــل فى النهاية الى البحر • لكن الثلاجات لا تتوقف هناك ، بل تستمر فى الاندفاع داخل البحر بواســطة الحــركة المستمرة من الثلج القادم من ورائها • وفى النهاية ، لا توجد أرض تثبت عليها الحافة الأمامية فتبدأ فى الطفو • وعندما تصبح ثقيلة جــدا ، ينفصل الثلج على هيئة جبــال جليدية طويلة غير منتظمة ، أو ثلاجات جبلية جليدية •

يقع حوالى تســعون بالمــائة من ثلج وجليد العــالم فى الأنتاركتيكا • فهى القــارة التى تعتبر أكبر من قــارة أوروبا أو استراليا ، وهى من القارات غير المــأهولة بالسكان ، وتتميز بالبرودة القارصة ، حيث تصــل متوسط درجة الحرارة هنــاك الى ٥٠ درجة تحت الصفر • والأنتاركتيكا مغطاة بغطاء جليدى، يصل سمكه فى المتوسط الى كيلو متران ، وقد تكون هــذا الغطاء من تراكم الجليد على مدى آلاف السنين • ويجعل الوزن الهائل لهذا الثلج ، أن تتغير شكل الطبقات الســفلى ، بحيث تنساب كالشراب •

فى المناطق التى يمتد الغطاء الجليدى نحو الساحل ، على هيئة رف جليدى عائم فى الداخل ، وفى داخل القارة الجليدية ، يشكل تحرك الثلج فى اتجاهات مختلفة ، قبابا ضخمة ، ومصاطبا مدرجــة وصدوعا وكسورا عميقــة • وتندفع تلال الجبــال

أو سـلاسل الجبال للأمام عندما تتحرك الجبال الجليدية ضد كتلة الغطاء الجليـدى ، مسببة اجهادات عظيمـة وارتفاعات مفاجئـة • وتبرز قمم الثلج الحرة فى المنـاطق المعزولة ، من خلال الجليد •

والغطاء الجليدى الموجود فى الأنتاركتيكا يعتبر ضخمـا أيضا ، وبسبب هـذا الحجم الضخم ، يتمدد الغطاء الجليدى من اليابسة فى بعض الأماكن ويغطى البحر على هيئة رف جليدى سميك • وتسبب الاجهادات على حافة الرف ، قطعا غليظـة قصيرة ذات قمم مستوية وسرعان ما تنفصـل • وتعتبر هـذه الجبال الجليدية التى تسمى بالثلاجات المسطحة ، كبيرة وأكثر انتظاما فى الشكل من الجبال الجليدية ، لكنها ليست مرتفعـة مثلهـا •

ويمكن أن تظل الثلاجات منجرفة لمدة سنتين مع تيـارات المحيط الباردة ، لكنها تذوب بسرعة عند مرورها بالمياه الدافئة، على الرغم من أنه شـوهد بعضها على بعد ٣٠٠٠ كيلو مترا من خط الاستواء • ولمـا كان الجزء الأكبر من الجبل الجليدى يظل مختفيا الى حد بعيد تحت سطح المـاء ، فقد يسبب هـذا الجبل أخطارا بالغة للسفن • ففى شمال المحيط الأطلنطى على وجه الخصوص ، تنجرف تلك الثلاجات أسـفل الممرات البحرية المهمة بين أوروبا وشمال أمريكا •

وفى عام ١٩١٢ حدث الاصطدام الشهير ، عندما ارتطمت سفينة بخارية كبيرة بجبـل جليدى ضخم فى وسـط شمال الأطلنطى ، وسرعان ما غرقت السفينة ، ولقى جميع ركابها الذى بلغ عددهم ما يزيد على ١٥٠٠ مسافر بالاضافة الى طاقم بحارتها، حتفهم جميعا • وبعد هـذه الكارثة ، أنشئت دورية الجليـد ، لتحديد مواقع هذه الجبال الجليدية وارسال تقرير عنها •

وبرغم مساوىء الجبال الجليدية ، الا أن لها بعض المميزات أيضا • فهى تعيد المـاء الى المحيطات من المكان الذى جاء منه أول مرة ، وعند ذوبانها ، تعمل على تبريد ميـاه المحيط التى سخنتها أشعة الشمس • فاذا لم تبرد المحيطـات ، فان كثير من مناطق العـالم ، ستصبح شديدة الحرارة ، مما يستحيل الحياة فوقهـا •

بحث العلماء فى الآونة الأخيرة ، فى امكانية الاستفادة من الجبال الجليدية فى زيادة موارد مياه الشرب ، خصوصـا فى المدن الساحلية • ولمـا كانت هذه الجبال الجليدية تتكون من مياه عذبة وليست مياه مالحة ، فاذا أمكن سحبها بالقرب من الشاطىء ، فانه يمكن احاطتها بخزانات طافية ، وتقوم أشـعة الشمس بعد ذلك باذابة الثلج • ولمـا كان المـاء العذب أقل كثافة من المـاء المـالح فسوف يطفو فوقه • ويمكننا حينئذ أن نضخ هـذا المـاء العذب الى المناطق المحرومة منه •

تعد الغطاءات الجليدية فى القطب الجنوبى والشمالى ، من مناطق الجليد الدائم ، حيث تصل درجات الحرارة الى قيم منخفضة جدا ، لا يمكنها اذابة الثلج . فى حين يوجد الجليد الدائم فى المناطق المرتفعة من البلدان ذات المناخ الأكثر دفئا . ويشكل الثلاجات الجبلية الموجودة ، فى العديد من السلاسل الجبلية العظيمة فى العالم . وتتكون الثلاجات فوق خط الجليد ، حيث يكون مورد الجليد المتكون أكبر من معدل الجليد المنصهر .

تهبط الثلاجة الجليدية تدريجيا ببطء الى أن تصل الى مستوى ، يستطيع قدر كاف من درجة الحرارة أن يذيبها . وقد اختبرت سرعة تحرك الثلاجات لأول مرة فى القرن التاسع عشر ففى عام ١٨٢٠ ، فوق ثلاجة دى بوسون بالجبل الأبيض بفرنسا، سقط ثلاثة متسلقين للجبل فى صدع عميق ، ودفنوا أسفل كتلة من الجليد . وكما توقع العلماء ، فقد ظهرت جثثهم فى نهاية الثلاجة ، على بعد ٣ر٢ كم فى سفح الجبل ، بعد مرور أربعون عاما .

وقد تبين أيضا أن سرعة أى جبل جليدى تكون أسرع عند مركزه ، حيث يكون الجليد ، أسمك من الأطراف . ويسبب هذا الاختلاف فى السرعة اجهاد داخل الثلاجة ، التى تنكسر بدون انذار ، مكونة صدوع عميقة .

أسـباب حـدوث الزلازل

سعيد ذلك الانسان الذى يقضى حياته دون أن يواجـه فى يوم عصيب ، تجربة زلزال مدمر • وسـوف لا يعرف أن الاهتزاز الرهيب للأرض الصلبة تحت قدميه ، هو حطـام الأبنية المنهارة •

وعلى الرغم من ذلك ، فقد قـدر أنه يقع حـوالى مائتى وخمسين زلزالا فى أنحاء متفرقة من العالم كل يوم • وتحدث معظم هذه الزلازل تحت سطح البحر ، وتعد الزلازل التى تقع على الأرض ، قليلة الحدوث نسبيا ، ولا تسبب أضرارا تذكر فى معظم الأحوال •

على أن الزلازل الكبيرة ، تعد من أكثر الظواهر الطبيعيـة تدميرا وبالرغم من أنها نادرا ما تستمر لأكثر من ثوانى معدودة ، الا أن الطاقة الناجمة عنها يمكن أن تعادل ٢٠٠ مليون طن من مادة الـ تى • ان • تى (التى تعتبر من المتفجرات القوية) ــ وأكثر ١٠٠٠٠ مرة من طاقة أول قنبلة نووية • وتتسبب الزلازل فى ازهاق حياة ١٤٠٠٠ شخص كل عام •

ان الصخور التى تتكون منها القشرة الأرضية ، على عمق كبير تحت أقدامنا ، دائمة الحركة ، لذا تأخذ الاجهادات والانفعالات فى التعاظم ، الى أن تتمزق فجأة كتل الصخر العظيمة أو « الألواح » على طول خط الضعف ، الذى يعرف بالفالق ، والكتل الصخرية المنزلقة على طول خط الفالق ، تهز الأرض فوقها ، وغالبا ما تؤدى الى حدوث كسور عظيمة فوق سطح الأرض .

تقع معظم الفوالق على أعماق بعيدة تحت سطح الأرض ، فى حين أن البعض منها يمكن أن يظهر على السطح . أحد هذه الآثار السطحية الشهيرة ، هو فالق سان أندريز فى ولاية كاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية . فهو عبارة عن فالق بالعرض ، الذى يعتبر أحد الحركات الجانبية ، ويمكن أن يشاهد كالتواء واضح فى أدوية الأنهار ، وفى بعض الأماكن كالطرق .

ويمكن أن يلاحظ الفالق بشكل واضح من خلال الصور التى تبعث بها الأقمار الصناعية ، ولكنه يعتبر واضحا أيضا ، لأى شخص يسير بجواره لمسافة قليلة وهو شاخص ببصره نحو الأرض . ويبلغ الطول الكلى للفالق حوالى ١٢٠٠ كيلو مترا ، بينما لا تتحرك منه سوى أجزاء قليلة فى نفس الوقت .

ويرجع التأثير المدمر لأى زلزال ، نتيجة الذبذبات (الموجات السيزيمية) المنبعثة من الهزة . وللحظة قصيرة ، تهز

الموجات الأرض القريبة من الزلزال ، ويتبعها أحداث تأثيرات دائمة . والقليل من الناس الذى يقتل أو يجرح من هزة أرضية بشكل مباشر ، بينما يكون الأثر المدمر للهزات على المبانى .

وسواء وجد ناس أو مبانى أو لم يوجدوا ، فأن الهزات الأرضية قد تسبب كسور تظهر على سطح الأرض ، وتحدث تغيرات فى مستوى وميل سطح الأرض ، وتتحول الأنهار والجداول ، وتتسبب فى انهيار التربة والصخور والكتل الجليدية الضخمة . وقد تبعث الزلازل التى تحدث تحت البحار موجات بحرية ضخمة تسونامية ، يمكنها أن تعبر المحيط بمئات الكيلو مترات ، محدثة الدمار عندما تضرب الأرض .

لقد كان هو ذلك الفالق الذى أحدث الزلزال المدمر لمدينة سان فرانسيسكو فى عام ١٩٠٦ ، حيث اتسع جانبى الشرخ الهائل من جانبيه ، لمسافة تزيد على ستة أمتار . ولا يزال الفالق موجودا ، وليس هناك أدنى شك فى أن الانفعال سيتعاظم مرة أخرى ، وسيتفجر زلزال آخر فى غضون المائة سنة القادمة .

بالرغم من أن الزلازل يمكن أن تقع على أعماق كبيرة تحت سطح الأرض ، على عمق قد يصل الى ما يزيد على ٦٠٠ كيلو مترا ، الا أن معظمها يحدث عند عمق حوالى ٦٠ كيلو مترا من سطح الأرض .

ولسوء الحظ ، فان معظم الأضرار التى تحدث للانسان ، تنجم من الزلازل القريبة من سطح الأرض ، لانها تعتبر من أكثر الزلازل تكرارا • أما الزلازل التى تحدث بين هذين العمقين (٦٠٠ كم و ٦٠ كم) تعتبر زلازل متوسطة ، من حيث تكرارها وعمقها والضرر الناجم عنها •

وتسمى النقطة التى يبدأ من عندها الزلزال ، بعين أو بؤرة الزلزال ، أما النقطة الموجودة فوقها تماما فوق سطح الأرض تسمى بالمركز السطحى للزلزال •

وتنتقل الطاقة المنبعثة من زلزال ، من البؤرة الى جميع الاتجاهات على هيئة موجات سيزمية (زلزالية) • وتنتقل بعض الموجات أسفل الأرض ، وينتقل البعض الآخر فوق سطح الأرض وتنتقل الموجات السطحية ، بصورة أسرع من الموجات الداخلية • ويمكن تسجيل الموجات الصادرة عن زلزال كبير على أجهزة رصد الزلازل ، فى المنطقة المقابلة للزلزال من العالم ، وتصل تلك الموجات الى سطح الأرض فى غضون احدى وعشرين دقيقة •

تحدث معظم الزلازل فى حزامين كبيرين ، بينما لا تزال البراكين والجبال الجديدة فى مرحلة تكونها • ويطوق أحد الأحزمة الضيقة ، المحيط الباسيفيكى على طول شواطىء

أمريكا الشمالية والجنوبية ، ويمر بجزر آسيا حتى نيوزلندا •
ويطوق الحزام الثانى بدءا من بورما الى جنوب أوروبا ، مارا
بجبال الهيمالايا ، وجبال القوقاز والألب • وتعد الهزات التى
تحدث فى المحيط الباسيفيكى أكثر من الهزات التى تحدث فى
الحزام الآخر ــ فحوالى ٨٠٪ من كل الهزات الأرضية المدمرة
تحدث هناك •

تقع اليابان مباشرة فى نطاق النشاط الزلزالى العظيم ،
وتحدث هناك ست هزات فى المتوسط كل عام • مع هزتين
أو ثلاث هزات صغيرة كل يوم • وحدثت أحد أعظم الهزات
الأرضية المدمرة على مدى التاريخ البشرى ، فى طوكيو
عام ١٩٢٣ ، عندما لقى ما يزيد عن ١٠٠٠٠٠ شخص حتفهم فى
الهزة نفسها ، وتهدم ٧٠٠٠٠٠ منزل من جراء الحرائق التى
نجمت من الهزة •

ان المعلومات المتوفرة لدينا عن معظم الزلازل المدمرة طوال
التاريخ ، معلومات ضئيلة • فيقال أن اقليم سينسى بالصين
قد ضربه زلزالا عام ١٥٥٦ ، وقتل ما يربو على ٨٣٠٠٠٠ شخص •

تنشق الأرض أحيانا عند حدوث زلزال عنيف • ففى هزة
كواتا (Quetta) فى عام ١٩٣٥ بالباكستان ، دمرت المدينة
بأكملها ، وظهرت شروخ غائرة فى الشوارع ، ابتلعت الناس
والحيوانات •

من النادر أن تحدث القوة الحقيقية لهزة أرضية ، التى تعتبر الخطر المدمر للحياة • فالزلازل التى تضرب المدن تؤدى الى تدمير خطوطق المياه والكهرباء والغاز ، محدثة أخطار حريق مروعة ، بالاضافة الى الأخطار المميتة الناجمة عن الأمراض التى تحدث نتيجة تلوث مصادر المياه •

تقاوم المنشآت المعدنية والخرسانية ذات الأساسات العميقة الهزات الأرضية ، وفى بلاد مثل اليابان ، يجرى العمل على انشاء مبان ومكاتب مقاومة للهزات •

الموجات البحرية السيزيمية ، التى تسمى باليابانية تسنومى ، غالبا ما يطلق عليها خطأ اسم « الموجات المدية » ، تعتبر نوعا آخر من الأخطار التى تسببها الهزات الأرضية • وهناك هزة أرضية ساحلية أو تحت الماء ، تحدث موجات ، قد يصل ارتفاعها الى مترا واحدا فقط فى المحيط المفتوح ، بالرغم من أن المسافة من قمة الموجة الى قمة الموجة التالية قد تصل الى ١٥٠ كيلو مترا • وعندما تقترب هذه الموجات من الشاطىء ، يزداد ارتفاعها حتى يصل الى ٣٠ مترا ، وتسبب تدميرا هائلا ، وفقد فى الأرواح ، حينما تضرب مناطق مأهولة بالسكان •

وتنتقل الموجات التسنومية عبر مسافات شاسعة ، وبسرعات عالية جدا • حيث وصل ارتفاع الموجات التى أحدثتها هزة

أرضية فى أرخبيل ألكسندر فى جنوب غرب شبه جزيرة الاسكا عام ١٩٤٦ ، الى ١٦ مترا فى جزر هاواى ، وانخفضت الى ٤ أمتار بالقرب من ساحل كاليفورنيا البعيد . وبلغت سرعة الموجات ٧٢٠ كم فى الساعة .

يجرى تسجيل وقياس الهزات الأرضية بواسطة جهاز يسمى السيزموجراف . وكانت تتكون السيزموجرافات القديمة ، من بندول ثقيل معلق بواسطة سلك طويل ، وكان يوجد فى الأرض خلف البندول طبق يحتوى على طبقة من الرمل. فعندما تضرب الهزة الأرض ، يميل البندول الثقيل الى الثبات ، بسبب قصوره الذاتى ، وتسجل ابرة التسجيل المتصلة بطرف البندول ، رسما للهزة الأرضية فى الرمل المتحرك . وأخيرا فى السيزموجرافات الحديثة ، ترسم ابرة التسجيل الدقيقة رسما يسجل على لفافة من الورق المدخن ، الملفوف على اسطوانة ، وتعمل من خلال آلية مشتملة على مجموعة دواليب صغيرة . وتستخدم السيزموجرافات الحالية الحزم الضوئية ، وتسجل بياناتها على ورق التصوير .

وبالرغم من حدوث معظم الهزات فى نطاق الحزامين الكبيرين الا أنه لا يوجد جزء من العالم آمنا تماما من أخطارها. فحتى بريطانيا ، عانت الكثير من آلاف الهزات ، منذ الغزو

النورماندى ، وكانت أسوأ تلك الهزات التى وقعت فى كولكوستر فى عام ١٨٨٤ ، عندما دمرت ما يزيد على ١٠٠٠ منزل ، وقتلت عدد من الأشخاص .

جون ويسلى ، الواعظ الشهير ومؤسس الميثودية (كنيسة الميثوديين أو تعاليمها) ، وصف هزة أرضية عانى من تجربتها فى عام ١٧٥٠ ، فقال : « هناك ثلاث هزات متميزة ، أو موجات غادية رائحة ، يصاحبها دمدمة جشة الصوت كالرعد » . ويقال أن هذه الهزة قد دمرت العديد من المنازل فى مدينة لندن واهتزت أحجار دير ويستمنستر .

ووقعت أسوأ كارثة سجلت فى بريطانيا خلال هذا القرن ، فى أواسط البلاد فى فبراير عام ١٩٥٧ .

شدة الهزة الأرضية

تقدر شدة الهزة بما يشعر به الانسان عند حدوث الهزة الأرضية ، ومقدار الأضرار التى أحدثتها فى ذلك الوقت :

١ ــ عادة لا يشعر بها أحد على الاطلاق .

٢ ــ قد يتأرجح البندول الثابت .

٣ ــ يشعر بها معظم الناس داخل المنازل ، وقد تتأرجح السيارات قليلا •

٤ ــ يشعر بها كل الناس داخل المنازل ، فيستيقظ الناس وتجلجل الأشياء •

٥ ــ يشعر بها كل الناس تقريبا ، خارج وداخل المنازل • وقدتتكسر الأشياء المصنوعة من الصينى أو الزجاج•

٦ ــ يشعر بها جميــع الناس ــ وتتحرك الأشــياء من مكانهــا •

٧ ــ بعض الأضرار العامة • يشعر بها الناس المسافرين بالســيارات •

٨ ــ تسقط التماثيل • انذار عام بالخطر •

٩ ــ ينتــاب النــاس الذعر ، وتظهر الحفــر بالأرض ، وتتداعى بعض المنازل •

١٠ــ حدوث ذعر ، فلا تثبت الا المبانى القوية جدا •

١١ــ حــدوث ذعر ، حيث تدمر معظم المبــانى ، ويلحق الدمار بالمواسير المدفونة تحت الأرض •

١٢ــ الجحيم الكامل ، ولا يبقى شيئا على وجه الأرض •

قيـاس الزلازل :

يحدد حجم الزلزال بقيمته ، التى تسمى أحيانا بمقيـاس ريختر (نسبة للعالم السيزيمى الأمريكى تشارلس ريختر ، الذى صمم المقياس فى فترة الثلاثينات) . والقيمة ، هى بالفعل قياس للحجم (السعة) للموجات المنبعثة من الزلزال . ومع ذلك ، فان مقياس القيمة هو مقياس لوغاريتمى . وهـذا يعنى أن كل درجة من المقيـاس تمثل زيادة عشرة أجزاء فى سـعة الموجات المنبعثة . وعلى ذلك فالموجات الصادرة من زلزال قيمته ٧ ، هى عشرة مرات أكبر من هزة قيمتهـا ٦ ، وأكبر مائة مرة من هزة قيمتها ٥ ، وهكذا .

ويمكن اعتبار القيمة أيضا مقياسا للطاقة المنبعثة من زلزال معين ، لأن الطاقة تنسب الى حجم الموجة . والعلاقة هى أن كل قسم على مقياس القيمـة يمثل تقريبا فرقا مقداره ثلاثين جزء من الطاقة . وعلى ذلك فان هزة قيمتها ٧ تصدر حوالى ٣٠ مرة طاقة أكثر عن هزة قيمتهـا ٦ وحوالى ٣٠ × ٣٠ = ٩٠٠ مرة طاقة أكثر من حدث قيمته ٥ . وهـذا يوضح السبب فى أن معظم الطاقة الصادرة من الزلازل ، تنجم من هزات كبيرة ، وتحدث مرات قليلة جدا فى العام الواحـد ، بالمقارنة بمـلايين الهزات الأرضية الصغيرة .

ومن حيث المبدأ ، فلا يوجد حد أعلى للقيمة الممكنة للزلازل . على الرغم من أنه فى الواقع العملى ، لا توجد هزات قيمتها أعلى من ٩ درجات بمقياس ريختر . وتصنف الهزات على أساس القيمة (القدر) الى هزات شديدة (أكبر من ٧ر٥) ، رئيسية (٦ر٥ ــ ٧) ، واسعة (٥ر٥ ــ ٦ر٥) ، معتدلة (٤ر٥ ــ ٥ر٥) ، وصغيرة (أقل من ٤ر٥) . ويمكن تحديد القيم من السعات ، سواء من الموجات الداخلية أو من الموجات السطحية .

من أين تبدأ رحـلة الانهـار ؟

تعـريف النهـر :

النهر مجرى مائى يحمل المـاء العذب من منابعـه حتى مصبه . وتنشأ منابع الأنهار عادة من جداول تتكون من ذوبان الثلوج فى أعالى قمم الجبال ، أو عن طريق مياه الأمطار الغزيرة التى تتساقط فوق التلال والهضاب ، ثم يتصـل بعض هـذه الجداول ببعضها فتتكون النهيرات التى يتجمع ماؤها ويزداد فى مواسم الأمطـار أو عندما تذوب الثلوج ، فتعمق لها مجرى رئيسيا ألا وهو النهر .

وتغير الأنهار والجداول وجه الأرض . فيعمل جريان المياه على نحت وتشكيل سطح الأرض ، وشق الممرات الضيقة ، وتوسيع الوديان ، وتكوين الدلتات ، أو انحدار مئات الأمتار المكعبة من الصخور من قمم الجبال ، محدثة شلالات رائعة . ويؤدى احتكاك المياه بقاع النهر وجوانبـه الى نحت الطبقـة

السطحية من الأرض ، وحملها الى المصب ، حيث تترسب فى النهاية على هيئة طمى فى المناطق المنخفضة من جدول النهر .

تبدأ الأنهار على هيئة جداول جبلية ، وتتخذ مصدرها من الينابيع الجوفية والمستنقعات ، والثلاجات المنصهرة أو النهيرات التى تنشأ نتيجة سقوط الأمطار . وعندما تنساب المياه من أعلى الجبال ، تتصل بها الجداول والأنهار ، التى تعرف بالروافد ، والتى تضفى على النهر الرئيسى القوة والضخامة . ويشكل النهر الرئيسى مع روافده نظام النهر ، والأراضى التى يرويها النهر وروافده تسمى بحوض النهر .

يندفع النهر من مجراه الأعلى نحو جوانب الجبل شديدة الانحدار ، على هيئة سيل جارف ، ويشكل واديا على هيئة جرف (V) ، ويخلف ورائه الصخور والجلاميد التى لم يستطع حملها معه الى المصب . وتتشكل المنحدرات والشلالات عندما يقابل جريان المياه حاجزا أو صخرا صلبا يقاوم النحر ، أو عندما يقابل مسار النهر منحدر شديدا مفاجئا .

نهر الكونغو المندفع :

تكونت شلالات نياجرا فى أمريكا الشمالية ، التى يصل ارتفاعها خمسون مترا ، بسبب وجود طبقات صخرية رخوة . وفى أفريقيا ، يندفع نهر الكونغو من قمة هضبية عالية يصل

ارتفاعها مائتين وسبعين مترا على هيئة سلسلة من المنحـدرات يصـل عددها ٣٧ منحدرا ، تشـكل فى مجموعهـا شـلالات لفنجسـتون •

فى المناطق التى كانت ذات يوم ثلاجات عظيمـة ، او ألواح جليدية ، مثل ويلز ، ومقاطعة لاك (منطقة جبلية فى شـمال غرب انجلترا تحتوى على العديد من البحيرات) ، واسكتلندا ، يوجد العديد من الشلالات ، حيث يتقابل الوادى المعلق (وادى جانبى ينحدر طرفه السفلى بشدة نحو الوادى الرئيسى) مع الوادى الرئيسى • وقد أحدثت الحركات الجليدية شـلالات يوزمايت المثيرة فى كاليفورنيـا ، التى تسـقط من ارتفـاع ٧٠٠ مترا ، فى ثلاثة مساقط مائية صغيرة •

وتتكون الشلالات أيضا عندما يتدفق جدول مائى عبر جرف أو منحـدر صخرى نحو البحر ، كما هو الحـال على ساحل ديفون أو جزيرة سكاى (فى بريطانيا) •

ويؤدى نشاط الشلالات أحيانا الى تكوين أنفاق ، نتيجة حركة المياه فى الصخور الطرية • وتتكون فى النهاية مغـارات مسقوفة ، مخلفة أغوار منحدرة الجوانب • وعندما شـق النهر طريقه خلال تلال المندب فى سومريست ، تكونت كهوف كبيرة مثل ثقب ووكى ، وعندما انهـارت الكهوف بجواره ، تكون مضيق شـيدر الشهير •

ويبلغ أطول وأعمق خانق فى العالم ٤٨٠ كيلو مترا طولا ، ويصل عمقه ١ر٦ كيلو مترا وهو الأخدود العظيم لنهر كلورادو فى الولايات المتحدة .

وعندما تكون الأرض بسيطة الانحدار ، يتسع عرض النهر ، ويصبح واديه أرحب ومياهه أكثر ضحالة . وينحر النهر انحناءاته وتترسب المواد بداخله . وتتزايد على مر الأيام ، هذه الانحناءات ، وتسمى حينئذ بالتعرجات . وفى نهاية مجرى النهر عند اتصاله بالمصب ، ينساب فوق وادى عريض مستو تقريبا ، ويخلو من التعرجات الجارفة ، وخلال عمليات النحر والترسيب، تقتطع بعض التعرجات من النهر الرئيسى وتخلف ورائها بحيرات على هيئة هلال ، تسمى ببحيرات (ox-bow)

الطمى الناعم :

يصبح النهر فى مرحلته الأخيرة راكدا تماما ، لدرجة أنه نادرا ما ينحر ، وبدلا من ذلك ، يخلف ورائه غرين ناعم أو طمى ، الذى يترسب فى فترة الفيضان على شاطئيه والسهل المجاور له .

وعلى مدى العديد من السنين ، تبنى بعض الأنهار جسورها أو سدودها ، مثل الميسيسيبى ، ويرتفع منسوب المياه فوق الأراضى المجاورة . وفى هولندا ، حيث تصل مياه أنهار

الراين والميوز والسكلدت الى البحر ، وتقع معظم الأراضى أسفل منسوب البحر ، فانها تتعرض لطمو النهر بشكل مستمر • لذا ، أنشأ الهولنديون القنوات وطواحين الرياح والسدود للسيطرة على الفيضان •

وتعتبر السهول الفيضية للأنهار ، (وهى المناطق التى يغمرها النهر خلال فيضانه من حين لآخر) مثل سهول أنهار النيل ودجلة والفرات ، من الأراضى الخصبة الغنية برواسبها الطميية ، وساعدت السكان على زراعة أراضيهم لآلاف السنين •

بالرغم من أن فيضانات الأنهار تزيد من خصوبة التربة ، فيمكن أن تسبب الفيضانات الجارفة الدمار والخسائر الفادحة ففى السنوات الأخيرة ، سببت فيضانات نهر بو فى شمال ايطاليا ونهر الميسيسيبى ونهر هو انج هو الذى يعرف بـ ('China's sorrow) ، خسائر فادحة فى الأرواح ، وأضرار مادية جسيمة • وفى عام ١٩٥٢ ، دمرت فيضانات أنهار شرق وغرب لين (Lyn) منتجع لينموث القريب من البحر فى ديفون بانجلترا •

تحدث الفيضانات عندما تصبح الأنهار مترعة بالمياه فى أوقات معينة من السنة • ويعرف هذا التغير الموسمى فى حجم المياه بنظام النهر (نظام التقلبات الموسمية فى صبيب النهر) ،

وأصبح مهما جدا لكلا من السيطرة على الفيضان وانتاج الكهرباء المائية ، وتصل أنهار الأنباين ، التى تتغذى من ذوبان الجليد والثلج ، الى أدنى مناسيبها فى شهور الشتاء الباردة ، وتصل الى ذروة مناسيبها فى أوائل الصيف عند زوبان الثلوج وفى حين تتغذى معظم الأنهار من الأمطار التى تسقط على الجبال ، مثل نهر السبين ، فان مناسيب المياه تصل فيها الى أدنى منسوب فى فصل الصيف ، عندما يقل سقوط الأمطار • وفى المناطق المدارية ، تفيض أنهار مثل ايراودى ويانجستى ، بعد الرياح الموسمية •

وقد لعبت الأنهار أدوارا مهمة فى تاريخ البشر منذ الحضارات الأولى وحتى وقتنا الحالي • خيث نشأت فى وجودها الزراعة ، ووفرت القوى اللازمة ، لمواجهة احتياجات الصناعة الحديثة • ويعتبر توليد القوى الكهربية المائية فى الوقت الحالى ، مصدرا مهما من مصادر الطاقة •

اطوال انهار العالم هى (*) .

النيل ، وطوله	٦٦٩٠ كيلو متر
الأمازون	٦٣٠٠ كيلو متر

(*) المصدر :

Britannica Junior Encyclopedia; Vol. ١٣ ; P ١٠٦ River.

المسيسبى والميسورى وطولهما	٦٢١٢ كيلو متر
الكونغو وطولـه	٤٣٧٠ كيلو متر
النيجـر وطولـه	٤١٨٤ كيمو متر
الفولجـا وطولـه	٣٦٩٠ كيلو متر
سنت لورنس وطوله	٣٠٥٨ كيلو متر
السـند وطولـه	٢٨٩٧ كيلو متر
الدانـوب وطولـه	٢٨٦٠ كيلو متر
الفرات وطولـه	٢٧٩٨ كيلو متر
الزمبيزى وطولـة	٢٧٣٥ كيلو متر
دجـله وطولـة	١٨٩٩ كيلو متر
الـراين وطولـه	١٣١٩ كيلو متر
اللـوار وطولـه	١٠١٩ كيلو متر
الـرون وطولـه	٨١٢ كيلو متر

أعلى درجات حرارة... فى العالم !!

حوالى ثلث مساحة الكرة الأرضية ، أراض صحراوية أو شبه صحراوية . فالصحارى هى المناطق الجافة ، التى تعانى من ارتفاع شديد فى درجات الحرارة ، وندرة الأمطار أو انعدامها ، مع حياة نباتية متناثرة وقليلة .

تعد مناطق جنوب وشمال خط الاستواء ، من المناطق الحارة المجدبة ، حيث تنتشر فى غير انتظام فوق سطح الأرض . وتتلقى مناطق العالم المدارية امطار غزيرة ، التى تحدث عندما يسخن الهواء الرطب بفعل اشعة الشمس ، ويفقد رطوبته . وينتقل الهواء الذى أصبح جافا من المناطق الاستوائية ، وعندما يقابل سطح الأرض يتسبب فى تكون الصحارى ، خصوصا فى المناطق القارية البعيدة عن البحر . وهناك مناطق اخرى تصبح صحراوات ، عندما تقع فى منطقة ظل المطر فى الجانب البعيد عن الرياح من سلسلة جبلية .

وتوجد الصحارى الكبرى فى العالم التى تضم الصحراء الكبرى وصحراء كلهارى فى أفريقيا ، وصحارى شبه الجزيرة

العربية والهند ، فى نطاق المناطق الاستوائية فى داخل القارات أو الجانب الغربى منها • وتسمى أحيانا بصحارى « الرياح التجارية » ، لأن الرياح التجارية التى تهب أما من الشمال ـ الشرق أو الجنوب ـ الشرق ، تكون قد قطعت مسافات طويلة منذ أن فقدت رطوبتها خلال المدة التى وصلت فيها الى وسط وغرب كتلة الأراضى القارية •

وهناك مجموعة أخرى من الصحارى ، تشمل صحارى جوبى وتركستان فى آسيا ، صحراء كلورادو فى أمريكا الشمالية وصحراء أتاكما فى أمريكا الجنوبية ، تقع فى ظلال أمطار سلاسل الجبال المحيطة بها • والرياح التى تهب من البحر حاملة معها أمطار شديدة إلى قمم التلال المرتفعة ، التى تحجبها عن المناطق الواقعة خلفها مباشرة • وتوجد العديد من هذه الصحارى على ارتفاعات عالية وتعرف بأحواض الصحراء ، مثل حوض تاريم فى غربى الصين والحوض العظيم لأمريكا الشمالية • أحواض الصحارى هذه ، لها مناخ بالغ التطرف ، ذو درجات حرارة عالية فى الصيف ، ودرجات حرارة تحت الصفر فى الشتاء •

وتوجد أعلى درجات الحرارة فى العالم فى الصحارى الواقعة داخل القارات • فالشمس تعمل على تسخين سطح التربة بسرعة كبيرة ، والتى بدورها تدفىء الهواء فوقها • وفى المساء ،

تفقد التربة حرارتها بسرعة كبيرة ، ويمكن أن تنخفض درجة الحرارة الى ١٧ درجة مئوية فى غضون ساعتين بعد مغيب الشمس •

وقد سجلت درجة حرارة ٥٣ درجة مئوية أثناء النهار ، فى منطقةالعزيزية بطرابلس الغرب فى ليبيا . وبلغت درجات الحرارة أثناء الليل فى نفس اليوم ٣ درجات مئوية تحت الصفر ، وتعد أكبر مدى سجل لدرجة حرارة فى يوم واحد وفى نفس المكان • وهناك منطقة أخرى من المناطق الشديدة الحرارة ، وتقع فى وادى الموت بصحراء موجافى ، وآخر مكان فى هذا الوادى هو البقعة المنخفضة عن سطح البحر بمقدار ٨٦ مترا •

يمكن أن تسبب الحرارة الشديدة فى الصحراء ، تأثيرا ضوئيا يعرف ما يسمى بالسراب • فعندما تضرب أشعة الشمس طبقة الهواء الساخن المتمدد فوق سطح الصحراء ، تنحنى وتعكس صفحة السماء ، وتعطى للمسافر العطشان فى الصحراء ، الاحساس بوجود بركة فضية متلألئة بالمياه •

ويقلل فعل الرياح على سطح الصحراء الجرداء ، من تكون أى تربة سطحية مفككة أو حصوات تتحول الى رمال • ففى بعض المناطق تكون الصحراء مغطاة بالصخور والجلاميد التى تبدو مصقولة لامعة وملساء ، بتأثير الرمال التى تنقلها الرياح • وغالبا ما تنحت الرياح ، صخور الصحراء على هيئة أشكال

بديعة ، تشبه عش الغراب ، عندما تعرى بقوتها الهائلة حوالى قدم أو اثنان فوق سطح الأرض •

عندما تقابل الرياح طبقات صخرية طرية ، متبادلة مع طبقات صخرية صلبة ، تقوم الرياح بالتوغل فى الطبقات الصخرية الطرية ، محدثة تأثيرا تمزيقيا ، مشابه تماما لما يحدث فى الوديان الضيقة والفسيحة فى أريزونا ويوتاه بالولايات المتحدة الأمريكية •

ويأخذ سطح الرمال فى الصحارى الرملية ، شكل حواف مرتفعة وتموجات بتأثير الرياح • ويتحول سطح الرمال فى الصحراء الكبرى ، الى كثبان رملية على هيئة هلال ، ويصل ارتفاعها الى ثلاثين مترا ، وتسمى هناك بـ البرخان (الكثبان الهلالى) ، وتقع هذه الكثبان متعامدة على اتجاه الرياح ، ويكون جانبها المواجه للرياح منحدرا بالتدريج ، أما الجانب البعيد عن الرياح ، فيكون انحداره شديدا • وتشير قرون الهلال الى الاتجاه الذى تهب نحوه الرياح •

تتحرك هذه الكثبان الرملية رويدا رويدا للأمام مثل أمواج البحر ، وتقوم الرياح بذر الرمال عاليا وعلى الجوانب على هيئة تعرجات منتظمة • وفى دول مثل ليبيا ومصر واسرائيل، يجرى زراعة نطاقات من الأشجار ، لمنع الكثبان الرملية المتحركة من انتهاك الواحات والأراضى المزروعة •

ان الحرارة الشديدة ، وانعدام وجود علامات أرضية ثابتة، بالاضافة الى عواصف الصحراء الرملية التى تثير سحبا غبارية ، تؤدى الى حجب الرؤية وتؤذى العين ، وتجعل من السفر فى الصحراء أثنــاء النهار ، عملا شاقا محفوفا بالأخطار • وكانت القوافل التجارية فى المــاضى ــ التى تتكون من البعير المحملة بالتوابل والأملاح والبضــائع التجارية الأخرى ــ تعتاد السير فى الصحراء أثناء الليل ، وتهتدى فى سيرها بالنجوم • وكان مسار القوافل يمر أحيانا بالوديان وقيعان الأنهار الجافة منحدرة الجوانب ، والتى كانت توفر بعض الحماية من الرياح • وقــد كانت الوديان أيضــا ، فى بعض الأحيان تغدر بالمسافرين ، حيث كان يؤدى سقوط المطر الفجــائى ، الى تكون ســيل (flash flood) ، يملأ قاع النهر ويبتلع ما فيه من رجال القافلة دون أدنى تحــذير •

وبالرغم من ندرة سقوط الأمطــار فى الصحراء ، وعدم التكهن بموعد سقوطها ، فانهــا عادة تسقط فى فترات قليلة ، وتأتى بسيول منهمرة •

يعتمد مسافر الصحراء على المياه ومصــادر الغذاء الأخرى من الواحات ، التى توجد غالبا فى أماكن معروفة لا تبعد كثيرا عن سفوح الجبال ، كما هو الحال فى الصحراء الكبرى وحوض

التاريم (tarim basin) • وتعتبر الواحة من المناطق الخصبة ، التى تحصل على الماء أما من الينابيع أو الآبار • وهناك بعض الواحات كبيرة المساحة (واحات الوادى الجديد فى مصر) ، تسمح باقامة مجتمع زراعى ، اذ يزرع فيها أشجار النخيل ، والأذرة والدخن والمحاصيل الأخرى ، حيث تعد تربة الصحراء عالية الخصوبة عندما يتوفر الماء لزراعتها •

وبخلاف سكان الواحات ، فان سكان الصحراء الوحيدون ، هم قبائل البدو ، مثل العرب البدو فى صحراء الجزيرة العربية والطوارق فى الصحراء الكبرى ، الذين يطوفون الصحارى بحثا عن المراعى من أجل ابلهم وأغنامهم •

وتعد النباتات ضئيلة جدا فى الصحراء • فالنباتات التى تزرع هناك تتكيف مع نقص المياه والحرارة الشديدة ، حيث تكون أوراقها قليلة العدد ، وجذورها طويلة تمتد فى أعماق التربة • وعلى سبيل المثال ، فلعائلة نبات الصبار ، سيقان سميكة ، مغطاة بالعروق ، وعمود فقرى كثير الأشواك ومنتفخ • وتظل بعض النباتات فى حالة سكون لعام أو أكثر الى أن تصلها الرطوبة ، حيث تزهر مرة أخرى ولفترة وجيزة •

وتتكيف الحيوانات التى تقطن الصحراء على الظروف الجافة ، وتستطيع أن تقطع مسافات طويلة دون أن تشرب •

فالجمل الذى يعتبر من الحيوانات الملائمة لحياة الصحراء ، يخزن المـــاء فى معدته والغذاء فى سنامه . وتساعده أقدامـــه المبططة على السير فوق الرمال ؛ ويساعده آنفه الذى يشبه الشق على حجب الرمال والغبار .

وتوجد ببعض الصحارى رواسب معدنية قيمة ، مثل الذهب فى الصحراء الاسترالية ، والبترول فى شرق الجزيرة العربيـــة والصحراء الكبرى والنترات فى صحرء شيلى .

المناطق الصحراوية فى العالم

١ ـ فى أفريقيـــا :

فى أفريقيـــا توجد صحراوان ، الأولى فى الشـــمال وهى الصحراء الكبرى ، وتمتد من الشرق الى وادى النيل بمصر ، وتصل غربا الى المحيط الأطلسى • ويبلغ عدد سكانها حـــوالى المليون نسمة ، وأهم القبائل التى تسكنها قبائل البربر والطوارق ويدين معظمهم بالاسلام •

والصحراء الثانية تقع فى الجنوب الغربى من أفريقيا ، وهى صحراء كلهارى ، ويسكنها حوالى ثلاثة ملايين نســـمة ، ويسكن هذه الصحراء جماعات البوشمن ، الذين يعتبرون من الصيادين المهرة ، ويعيشون معيشة بدائية •

٢ ـ الصحارى الآسيوية :

١ ـــ صـــحراء غوبى : وهى تعتبر كبرى الصـــحراوات الآسيوية جميعـــا • وتمتد مسافة تقرب من الألفى

كيلو مترا ، من الشرق الى الغرب فى قلب القارة ، ويعرف طرفها الغربى بصحراء تكلمكن •

٢ ـ صحراء الجزيرة العربية : وتشمل معظم شبه الجزيرة العربية ، وتمتد الى الأردن والعراق وسوريا • وتبلغ المساحة الكلية للصحراء فى شبه الجزيرة العربية حوالى نصف مليون ميل مربع ، مقسمة الى ثلاث صحراوات ، تقع معظمها فى العربية السعودية ، وتقع اثنتان من تلك الصحراوات ، وهما الصحراء السورية والنفود فى الجزء الشمالى من البلاد • والصحراء الثالثة ، وهى الربع الخالى أو الصحراء الدهناء أو الصحراء الرملية العظيمة ، وتقع فى الطرف الجنوبى من شبه الجزيرة •

٣ ـ صحارى استراليا :

معظم قلب استراليا صحراء جافة مستوية حارة • ففى الجنوب توجد الصحراء الفكتورية العظيمة ، وفى الشمال الغربى توجد الصحراء الرملية الكبرى ، وبالقرب من مركز الجزيرة الاسترالية ، توجد صحراوات جبسن وأرنتا وسمبسن ، وأهالى الصحراء على درجة من صحراء أتاكاما : صحراء أتاكاما هى الصحراء الوحيدة فى أمريكا الجنوبية ، وتقع على البدائية ، كتلك التى عليها سكان صحارى كلهارى بأفريقيا •

٤ ـ صحراء امريكا الجنوبية :

على طول الشاطىء الشمالى لجمهورية شيلى ويعتقد بأن الصحراء من أكثر مناطق العالم جفافا • ويبلغ طول الأتاكاما ١١٢٠ كم وعرضها ١٦٠ كم • ويسكن هذه الصحراء الهنود •

٥ ـ صحراء امريكا الشمالية :

تقع صحراوات أمريكا الشمالية فى دولتين هما الولايات المتحدة والمكسيك •

١ ـ صحراء سونورا ، فى أريزونا ، وتمتد جنوبا الى المكسيك •

٢ ـ صحراء كلورادو ، فى كاليفورنيا وأريزونا •

٣ ـ صحراء تشيهواهوا ، ومعظمها فى المكسيك ، ولكنها تمتد شمالا الى تكساس والمكسيك الجديدة •

٤ ـ صحراء موجافى ، فى كاليفورنيا ، وتمتد فى نيفادا وأريزونا قليلا •

٥ ـ صحراء الحوض العظيم ، فى يوتاه ونيفادا •

٦ ـ صحراء بيننند : فى أريزونا ، وهى صحراء صغيرة مثيرة للاهتمام ، وتمتاز بشرفاتها وتلالها مسطحة القمة قائمة الجوانب ، ورمالها حمراء وصفراء وأرجوانية •

الأمواج وشكل الشواطىء

البحر لا يهدأ أبدا • فهو دائم الحركة ، ولا يتوانى عن مهاجمة الشواطىء • وعندما تتصـدى له الرؤوس البحرية الصخريـة ، تقوم أمواجه العنيفة بالتهام سفوحها ، محدثة بعض التكوينـات الرائعـة •

يوم هنا ويوم هناك ، تلك دأب الأمواج فى هجومها على اليابسة • وشيئا فشيئا ، تصنع الأمواج حدود السواحل من خلال نشاطها الدءوب •

وتستمد الأمواج الطاقة الهائلة التى تحتاجها لهدم الجروف وبناء الشواطىء من قوة الرياح ، فعندما تهب الرياح فوق سطح البحر ، تبطىء طبقة الهواء القريبة من السطح بسبب الاحتكاك •

كلما كان الهواء قريبا من سطح البحر ، كان أكثر بطئا • لذا فالطبقة التى تعلو سطح البحر ببضـع سنتيمترات ، تتحرك بصـورة أسرع من طبقة الهواء الملامسة للسطح • وبما أنهـا تتخطى الطبقة الأسـفل منها ، تندفع للأمـام ، وتدفع البحر

لأسفل ، وتشكل منه بطون الأمواج • وفى الوراء بعيدا ، يرتفع الماء عاليا مكونا قمم الأمواج •

وبرغم تحرك الأمواج ، الا أن المياه الموجودة بها تظل فى نفس مكانها بالفعل • فكل جزىء من الماء يجرى فى مسار دائرى ، ويعود من حيث بدأ • وتستهلك هذه الرحلة الدائرة قدرا قليلا جدا من الطاقة ، لذا يمكن للأمواج الكبيرة أن تستمر لمسافات طويلة ، فى الوقت الذى تكون فيه الرياح العاصفة التى أحدثتها قد رحلت بعيدا •

ولما كانت الأمواج تتكسر عند وصولها الى الشاطىء ، فتأثير اليابسة على قاع البحر ، كتأثير الرياح على سطحه عندما يكون الموجة • فاحتكاك اليابسة بقاع البحر يبطىء من قاع الموجة أكثر من قمتها ، لذا تندفع طبقاته السطحية المتحركة للأمام كموجة عاتية •

ولهذه الموجات العاتية قوة عظيمة ، فهى تعمل على سحق الجروف الصخرية وقطع جلاميد الصخر الكبيرة • وعندما تنفصل قطع الجرف بعيدا داخل البحر ، تقذفها الأمواج التالية نحو الجرف ، لذا يظل الصخر مقذوفا بشكل مستمر بوابل من الأحجار والماء •

التعرية التدريجيـة :

عندما تحطم موجة عاتيـة أماميـة جرف ، تزيل الأمواج الخلفية فتات الصخور • ويكون ماء الموجة المهاجمة عادة ، أقوى من ماء الموجة المنسحبة ، ومع استمرار حركة الأمواج (أى أكثر من اثنتى عشرة موجة فى الدقيقة) ، تصطدم الأمواج الأمامية، بالأمواج المنسحبة • ويؤدى هـذا التصادم الى اضعاف قوة الأمواج المهاجمة • ونتيجـة لذلك ، تصبح المواد المزالة من الشـاطىء أكثر من المواد المضـافة اليه • وتتقهقر اليابسـة ببطىء بعيدا عن البحر •

حينما يتكون ساحل البحر من رؤوس بحرية وخلجان ، لا تضربه الأمواج بكامل طوله بصـورة متساوية • حيث تضرب الأمواج الهادرة القادمة من البحر ، الرؤوس البحرية أولا ثم تليها • لكن قوة الأمواج غالبا ما تهبط قبل أن تصـل الى شاطىء الخليج ، والتى تضربه عادة نحو ثمانى مرات فى الدقيقة• وفى مثل هـذه الأمواج ، تعتبر الأمواج العاتية المهاجمة ، أقوى من الأمواج المنسحبة ، لذا تتزايد المواد المنجرفة نحو الشاطىء تدريجيا ، بينما تتناقص الرؤوس البحرية •

واذا استمر هذا النشاط لملايين السنين ، فستكون النتيجة باعثة للملل ، اذ تجعل من الشاطىء خطا مستقيم ، ذو رؤوس بحرية عارية وخلجان ممتلئة • وعادة ، قبل أن تكتمل العملية فان منسوب البحر اما أن يعلو أو يهبط ، واما تفيض أودية جديدة ، أو تنكشف جروف جديدة • ويبدأ نشاط الأمواج الصارم كرته من جديد •

الفرق بين الطقس والمناخ

ربما لا تعتقد ان مدرستك لديها اى شىء تقوله لك عن المناخ، لكننا سنجعلها تساعدنا فى التمييز بين الطقس والمناخ • فعلى الرغم من أن الطقس والمنـاخ مرتبطـان ببعضهما ارتباطا طبيعيا ، الا أنه من المهم أن نبين الفرق بينهما ، لأن العديد من العوامل التى تؤثر على حياتنا ، تتأثر هى نفسها بالمناخ الذى نعيش فيه •

انتبه لهذه المسألة : « كانت مدرستى السيدة براون مزاجها متعكر جدا هـذا الصباح (الطقس) ، لكنها فى الواقع ، سيدة لطيفة معظم الوقت (المناخ) • وبمعنى آخر ، يشير الطقس الى الظروف الجوية السائدة فى مكان معين فى زمن معين (تخبرنا توقعات الطقس ، بالحـالة التى سيصبح عليها الطقس فى اليوم التالى) • اما المناخ فهو متوسط حالات الطقس لمكان ، والذي يؤخذ عادة طوال الأيام كلها خلال السنة •

وبالنسبة لمكان معين ، فيعنى هذا أنه يجب اجراء قياسات عديدة ، تشمل على بمتوسط درجة الحرارة اليومية ، ومتوسط درجة الحرارة العظمى والصغرى اليوميـة ، ومتوسط نسبة

الرطوبة (كمية بخار المـاء الموجود فى الجو) • كميات السحب وأشعة الشمس ومتوسط سقوط المطر ، وسرعة الرياح • تؤخذ هـذه القياسات لكل شهر ولكل سنة ، لتحديد نوع المنـاخ الخاص بالمنطقة •

افـكار مناخيـة :

ولكن هناك ما هو أكثر من ذلك بكثير بالنسبة للمناخ ، وليس مجرد القياسات التى تؤخذ كل يوم • ففترات الجفاف التى تجفف الأراضى والفياضانات التى تدمرها ، تعد أمثلة مخيفة للتأثيرات التى تحدثها تغيرات المناخ • ويأمل العلماء أن يأتى اليوم الذى يستطيعون فيه تجنب هـذه الأضرار ، عن طـريق تسخير المناخ ، وربما يستطيعون انعاش الحياة من خلال توفير المياه لبعض المناطق الجرداء كالصحراء الكبرى •

ومع ذلك ، فلايزال هناك الكثير من الأعمـال الواجب القيام بها ، اذا أردنا حل مشكلة مناخنا ، واكتشاف أسـباب هذه التغيرات • ومن الغريب كما يبدو أن يستخدم العلماء دليل مناح الأرض كما كان فى المـاضى للمساعدة فى وضـع أسس لتنبؤاتنا نفترات طويلة من المستقبل •

لم يكن الا خـلال القرن المـاضى فقط ، عندما وجـد العلماء والجيولوجيون دليلا على أنه منذ آلاف من السـنين ،

كانت تقع مساحات كبيرة من بريطانيا تحت غطاء جليدى ضخم ، بينما فى فترة أخرى فى المـاضى ، كانت الصحراء الكبرى ذات يوم منطقة معشبة وخصبة • وتتباين هـذه الظروف المناخيـة بشكل حاد مع الظروف السـائدة حاليـا ، والتى نجمت عن التغيرات المناخية •

ومنذ أن تمت هذه الاكتشافات ، وجـدت دلائل أخرى تخبرنا كيف كان يتقلب المنـاخ فى المـاضى • وكان كل عصر مناخى يترك دليلا على وجوده . ومن خلال هـذه المكتشفات استطاع العلماء بناء نموذجا تاريخيا عن التغير المناخى الذى ساد كوكب الأرض منذ عصور بعيدة •

ويمكن بدلالة السجل الذى دونه البشر عن التغير المناخى، أن نفسر فترة حوالى ثلاث آلاف سنة فقط • فحتى أكثر الأمم تقدما فى العالم ، لم تحتفظ بسجلات رسمية عن درجة الحرارة وسقوط الأمطار والملامح الأخرى لمـا يزيد على قرن من الزمان• ولنعود أكثر للوراء ، باستخدام دلالة التدوين المباشر ، نجد أن الباحثون اعتمدوا على يوميات الناس الذين أولوا اهتماما كبيرا بالطقس والمنـاخ ، عندما أصبحت الترمومترات والبارومترات متوفرة لأول مرة فى أواسط القرن السابع عشر •

وتعطينا هذه البيانات ، مؤشرا جيدا عما كان يسـمى

بـ « عصر الجليد البسيط » فى نهاية القرن السابع عشر . فقد كان يتسم هـــذا العصر بمناخ بارد جدا ، حيث زحفت الثلاجات مرة أخرى ، وتحول نهر التايمز فى لندن الى حالة التجمد .

ســجلات قديمــة :

لكى نأخذ فكرة عن الظروف المناخية قبل هـــذا العصر ، علينـــا أن نستخلص الدليل من مصـــادر مثل سجلات المزارع القديمة . فعلى سبيل المثال ، وجدت العديد من التفصيلات عن المزارع الانجليزية وبيوت الاقطاعيـــات من القرن الثانى عشر والثالث عشر . وتوضح لنا سجلات عدد الخرفان التى نفقت فى (lambing time) ، فكرة عن حـــالة المنـــاخ فى فصـــل الربيع ، ومدى رطوبة نتاج المحاصيل ، ودرجة جفاف أنواع نعال الجياد ، حيث كانت نعال الخيل ، تبلى بسهولة فى التربـــة الجافة الصلبة .

فمهبط الوحى المرسوم بعلامة غريبة الشكل ، أو عظـــام النبوءة ، التى اكتشفت فى الصين خلال القرن التاسع عشر ، تأخذنا بعيدا للوراء . فيرجع تاريخ هـــذه الآثار الى حـــوالى ثلاثة آلاف سنة ، ويبدو أن النقوش التى تشير الى الأمطار ، كانت تبين أن فصول الشتاء فى شـــمال الصين ، كانت أكثر اعتدالا مما هى عليه الآن .

ومع ذلك ، فمن الآن فصاعدا ، يجب أن ننظر الى الدليل فى الطبيعة ، ليخبرنا كيف تغير المناخ على مر التاريخ فوق سطح الأرض .

ومن جميع سجلات الطبيعة ، فالتاريخ الأكثر دقة حتى الآن الذى سجل تطور المناخ القديم ، قد جاء من حلقات الأشجار . حيث يخبرنا عرضها ، وسمكها ومعالمها الأخرى ، بتغير المناخ المحلى كل عام . وعلى سبيل المثال . فالسنة التى كانت درجات حرارتها منخفضة ، أو كان سقوط المطر قليلا ، كانت تعطى حلقة هزيلة . وكما هو معروف . فمعظم الأشجار لا تعيش أكثر من بضع مئات من السنين ، وحتى أقدم الأشياء الحية على الأرض ، مثل أشجار صنوبر بريستلكون فى كاليفورنيا والغرب الأمريكى ، لم يزد عمرها عن ٤٥٠٠ عام . ومع ذلك ، فالأشجار الميتة المجاورة ، قد تكون أكثر قدما . وبمطابقة حلقات شجرة حية مع حلقات شجرة ميتة ، يمكن تحديد بدقة ، الزمن الذى فيه ماتت الشجرة . ويمكن استخدام الحلقات الأولى لهذه الشجرة الميتة بعد ذلك فى تحديد أنماط المناخ لفترة تصل الى ثمانية آلاف عام .

ولا تسجل حبوب اللقاح التغيرات السنوية فى المناخ ، بينما يمكنها أن تعيش لعدد من القرون . ففى التربة غير المقلقلة،

تميل حبوب اللقاح القديمة لأن تدفن على عمق كبير تحت سطح الأرض ، وبهذه الطريقــة تقدم حبوب اللقــاح سجلا للأنواع المتعاقبة من النباتات التى نست فى المنطقة • وقد درست لقاحات أوروبية مختلفة ، يرجع تاريخها منذ نهاية العصر الجليدى العظيم الأخير ، منذ حوالى ١٠٠٠٠ آلاف عام • وتبين هذه اللقاحات، أن هذا العصر الجليدى تبعه عصرا أكثر دفئا فى أوروبا ، عندما كان متوسط درجات الحرارة أكبر بدرجة مئوية واحــدة من درجات الحرارة فى الوقت الحالى • وتخبرنا أيضا بالكثير عن شــمال أوروبا التى كانت مغطــاة بغابات البلوط خــلال تلك الحقبة •

واذا أردنا الرجــوع الى فترات سابقــة أكثر للماضى ، للتعرف على أحوال الطقس ، فيجب ألا نرصد شيئا فوق الأرض، بل داخلها : فى البحر ، وفى الجليد وفى الصخور •

دلالــة الحفريــات :

تعتبر البحار والمحيطات من العوامل المهمة جدا فى التعرف على المناخ الموجود على الأرض اليوم كما فى المــاضى • حيث تمتص حــرارة الشــمس ، وتحمل تياراتهــا الحرارة من خط الاستواء الى القطبين • ولكننا يمكن أن نجد فى البقايا الحفرية الموجودة فى قاع المحيط ، سجلا للمناخ بأحوال اليابســة •

فبلايين من أصـــداف الحيوانات الدقيقـــة والنباتات تعيش فى الطبقات العليـــا من المحيطات • وفى المياه الضحلة ، لا تتحلل أصدافها عندما تموت ، لكنها تنجرف الى القاع • ويعد ترسيب هذه الأصداف بطيئا جدا ، اذ يحتاج لآلاف السنين حتى يكون طبقات ضئيلة •

وعندما تأخذ عينات من قاع البحر ، يمكننا أن نحصل على سجل بالتغيرات فى درجة الحرارة على مدى ملايين السنين • ويمكن لأنواع مختلفة أن تعيش فقط فى المياه الدافئة ، بينما لا يمكن لأنواعا أخرى أن تتحمل الظروف شديدة البرودة • وقد أخذت بعض العينات من المحيط الأطلنطى ، وأعطتنا خريطة لدرجة الحرارة ، يرجع تاريخهـــا الى ما يزيد على ١٠٠ مليون سنة • وباختبار كميـــة الأكسجين الموجودة أيضا فى هـــذه الأصـــداف ، أمكن التعرف على الظروف الجليدية ، لأن نسبة الأكسجين تتزايد ، عندما يزدادا حجم الثلج •

وقد أمدنا الجليد نفسه بقدر كبير من المعلومات عن المناخ• ونحن نعرف أن معظم الأرض كانت مغطاة فى المـــاضى بغطاءات جليدية ضخمة ، لأنه فى العديد من الحالات ، كان لفعل الغطاءات الجليدية تأثيرا كبيرا على تشكيل وجه الأرض • ويدلنا تقدم وانحسار الجبال الجليدية أيضا ، فيما اذا كان المنـــاخ دافئـــا أو باردا •

وتخبرنا القلنسوات الجليدية القطبية بقدر هائل من المعلومات أيضا • فقد تراكمت هذه القلنسوات الجليدية على مدى آلاف السنين ، بشكل مشابه للحفريات التى ترسبت فى البحر • وقد اكتشف أن الأكسجين الموجود فى الثلج الجليدى يتغير تبعا لدرجة الحرارة التى فشل فيها الثلج فى تكوين القلنسوات الجليدية • فكلما كانت درجة الحرارة أقل ، كانت نسبة الاكسجين الموجودة فى الثلج أقل •

وأظهرت عينات الثلج التى تم أخذها من جرينلاند عن تغيرات واضحة فى المناخ على مدى المائة ألف سنة الماضية • فنحن نعرف الآن أنه منذ تسعون ألف سنة ، كان هناك هبوط فى درجات الحرارة فى جميع أنحاء العالم • وفى الثمانين ألف سنة التالية لها ، تمددت القلنسوات الجليدية القطبية على مدى عصور جليدية مختلفة ، حتى حوالى العشرة آلاف سنة الأخيرة، عندما بدأت تسود العالم فترة من الدفء النسبى •

واذا أردنا البحث عن أحوال المناخ فى فترات زمنية طويلة جدا ، علينا النظر فى صخور القشرة الأرضية • فقد كانت توضع طبقات الصخور فوق بعضها ، عندما كانت القارات تبدو مختلفة تماما عما هى عليه الآن • فقد كانت طبقات الفحم محفوظة منذ حوالى ثلاث مئة مليون عام مضى • ولما كان الفحم يتكون

من نباتات تحللت وأصبحت طبقة صخرية ، فان طبقات الفحم هذه ، تدل على أن كثيرا من مناطق الكرة الشمالى ، كانت مغطاة بالمستنقعات الاستوائية •

التغيرات السطحية :

بينما بدأت القارات تتجمع مع بعضها لتكون «أم القارات» البانجيـــا «Pangaea» (انظر موضـــوع متى تكونت القارات ؟) منذ مائتي مليون سنة ، فتخبرنا طبقــات الصخر الرملى عن أن معظم هذه المنطقة كانت شديدة الحرارة ، وشبيهة بالصحراء • وتوضح الصــور فى هذه الصفحات ، كيف تغير سطح الأرض نتيجة تغير المناخ على مدى ملايين السنين •

واستطاع الانسان من خلال هذه السجلات جميعا ، أن يبنى صورة واضحة مفصلة عن تغير المناخ على مدى عدة ملايين من السنين • ولكن بدلالة الانسان نفسه ، فقد أعطانا المناخ ، ملمح تاريخى مهم • فقد بدأت حضــارة الانسان فى الازدهار منذ العشرة آلاف سنة الأخــيرة فقط ، أى منذ نهايــة العصر الجليدى الأخير • واستطاع الرومان خلال هــذه الفترة الزمنية القصــيرة ، أن يشيدوا امبراطورية عظيمــة فى الفترة من عام ٣٠٠ ق•م• الى عام ٤٠٠ بعد الميلاد ، وكانت تعرف تلك الفترة بالفترة الدافئة الجافة • وتلتها « عصور مظلمة » وفترة مناخ بــارد •

هناك شيئا واحد مؤكد ، وهو ان الانسان يتأثر بالمناخ ، ولذا فعلينا الاستمرار فى البحث لنرى ما التغيرات المدخرة لنا فى المستقبل • لكننا الآن وصلنا الى مرحلة يستطيع فيها أن يسيطر على مناخه ، وتتطلب هذه المرحلة دراسة واعية أيضا •

مناخنا المتغير :

الأرقام والصور ، هى الوسائل التى يستخدمها الانسان فى الكشف عن المناخ فى الوقت الحالى • ففى الصفحات السابقة ، قرأت كيف تم دراسة ظروف المناخ فى الماضى البعيد والحديث ، باستخدام أساليب مختلفة تماما : فبداية بسجلات المزارع القديمة وحلقات الأشجار الى العينات المأخوذة من قاع المحيطات وطبقات الصخور • وقد كان هناك القليل جدا من السجلات المكتوبة المتخصصة وبالتأكيد لم توجد صورا !

الظروف المناخية فى عالم اليوم :

١ ـ الغابة المطرة :

مناطق شديدة الحرارة ، سقوط أمطار غزيرة فى كل فصول السنة •

٢ ـ السافانا :

صيفيات حارة ، شتويات دافئة ، سقوط أمطار من معتدلة الى غزيرة •

٣ ـ صحراء قريبة من خط الاستواء وسهب :

مناطق دائمة الحرارة ، مطر قليل أو خفيف .

٤ ـ مناخ دون استوائي جاف :

صيفيات حارة ، شتويات معتدلة ، مطر خفيف الى معتدل.

٥ ـ مناخ تحت استوائي رطب :

صيفيات دافئة ، شتويات باردة ، سقوط أمطار معتدلة .

٦ ـ مناخ بحري معتدل :

صيفيات دافئة ، شتويات باردة ، سقوط أمطار من معتدلة الى غزيرة .

٧ ـ مناخ قاري رطب :

صيفيات دافئة ، شتويات باردة ، سقوط أمطار معتدلة .

٨ ـ سهوب قارية :

صيفيات دافئة ، شتويات معتدلة البروة الى باردة ، أمطار قليلة .

٩ ـ صحراء قارية :

صيفيات دافئة ، شتويات باردة ، سقوط أمطار خفيفة .

١٠ ـ تحت القطب الشمالي والتاندرا :

صيفيات قصيرة ، شتويات طويلة ، سقوط أمطار متنوعة .

١١ ـ الأراضى الجبلية :

أبرد من الأراضى المنخفضة التى تقع على نفس خط العرض ، سقوط الأمطار متغير •

واليوم فقد تغير كل ذلك تماما • فدراسة المناخ اليوم تشتمل على سلسلة كاملة من القياسات تؤخذ على مستوى العالم• ويجرى تحليل هذا القدر الهائل من المعلومات بعد ذلك بواسطة أجهزة الكمبيوتر • وبالمثل ، فمن خلال أقمار الطقس التى تدور حول الأرض ، يحصل العلماء على المعلومات والصور عن الملامح المناخية ، مثل درجة حرارة سطح المحيط ، غطاء السحب والحرارة التى تعكسها الأرض •

يمكن مقارنة نظام مناخ الأرض ، فى بعض النواحى ، بآلة ضخمة تشكل فيها جو الأرض والمحيطات والقلنسوات الجليدية العناصر الكبرى •

يأتى مصدر الوقود فى الأرض عن طريق الطاقة الحرارية المستمرة من الشمس ، التى تحفظ هذه العناصر فى حركة دائمة ، ومن خلال تفاعلها تنتج لنا الطقس اليومى والمناخ العام •

ولكن مثلما عرف الاغريق منذ ما يزيد على ألفى سنة مضت ، أن الأرض ليست لها مناخ ثابت واحد • فقد عرفوا أن أجزاء العالم القريبة من خط الاستواء كانت مناطق حارة ،

والمناطق القريبة من القطبين كانت باردة . وكانت اليابسة بين هذه المناطق ليست بالحارة جدا ولا الباردة جدا ـ مناخ معتدل . ويمكن تحديد المناخ فى الوقت الحالى بدقة عالية جدا ، بالرغم من أنه فى القارات الكبيرة يتغير المناخ من منطقة لأخرى . أنها تروس التغير فى آلة المناخ ، بالاضافة الى الملامح العديدة للمكان نفسه ، هى التى تجعل أى مناخ فى اى جزء فوق سطح الأرض ، يختلف عن مناخ الجزء الآخر .

وأحد العوامل الرئيسية هو خط العرض (latitude) أى بعد المكان عن خط الاستواء (خط الاستواء هو خط الصفر الذى يقسم الكرة الأرضية الى نصفين شمالى وجنوبى) حيث تصل معظم أشعة الشمس الى المنطقة القريبة من خط الاستواء ، عن المناطق الأخرى ، لأن سقوط الأشعة فى منطقة خط الاستواء يكون رأسيا . وتعطى لنا شدتها الحرارية العظيمة، مناخ استوائى ، لا يتغير كثيرا على مدار العام . وعندما يبتعد المسافر عن خط الاستواء ، تأخذ درجات الحرارة فى التناقص. فعلى سبيل المثال ، فالحرارة التى تسقط على المملكة المتحدة أقل من الحرارة التى تسقط على جنوب أفريقيا ، ولما كانت الشمس تعبر خط الاستواء مرتان فى السنة ، فان لبريطانيا مناخ موسمى . فهى دافئة فى الصيف (شهر يوليو) وباردة فى الشتاء (شهر يناير) . وفى جنوب الكرة الأرضية ، تتبدل

الفصول ، فالمناخ فى نيوزلندا بارد فى شهر يوليو ، ودافىء فى شهر يناير .

ولما كانت حرارة الشمس تبلغ ذروتها عند خط الاستواء، فهى تعمل على تسخين الهواء ، الذى يرتفع بعد ذلك ويكون السحب والرياح فى كتل هوائيـة متحركة . وهذه تتحكم فى نمط الدورة العامة للغـلاف الجوى . وعادة ما تتجه الحركة من خط الاستواء صوب القطبين ، وتنحرف الرياح نتيجـة دوران الأرض . فهى تنحنى لليمين فى نصف الكرة الشـمالى والى الشمال فى نصف الكرة الجنوبى .

تضفى المناطق القطبية ، تأثير البرد على مناخ الأرض . وهذا لأن الغطاءات العظيمة من الجليد والثلج تعكس أشـعة الشمس ، وتقلل من كمية الحرارة التى يحتجزها سطح الأرض. ويثير الهواء القطبى البارد ، رياحا باردة قارصة .

عندما تندفع الرياح المختلفة فوق المحيطات ، تخلق عاملا مناخيا مهما آخر ـ ألا وهو تيارات المحيط التى تعتبر دوامات عظيمة من المـاء المتحرك « تندفق » عبر المحيطات ، ولها تأثير البرد أو الدفء تبعا للرياح التى تحدثها .

تقع جزيرة نيوفوندلاند على نفس خط عرض بريطانيـا (خط عرض ٥٠ شمالا) ، لكنها أكثر منها برودة . ويرجـع

الاختلاف بينهما الى أن تيار الخليج ، ذلك التيار الدافىء الذى يفيد المناخ البريطـانى • ويؤثر تيار لابرادور على نيوفوندلاند بطريقة عكسية • فلولا تيار الخليج ، لكانت بريطانيا فى نفس برودة جرينلاند • برد قارص !

ولمـا كانت محيطـات الأرض تستطيع اختزان ونقـل الحرارة ، فالأحوال المناخية تتنوع من مكان لآخر تبعا لموقعهـا بالنسبة الى المحيط •

ففى الصيف تدفأ اليابسة أكثر من البحر ، وربما تكتشف ذلك عندما تذهب للاستحمام فى البحر • فالهواء البارد من فوق سطح البحر ثم يهب على الساحل وتنخفض درجـة الحرارة • وأثناء الليل فى الشتاء تبرد اليابسة أسرع من البحر ، وتأتى بالهواء الدافىء من البحر لرفع درجة الحرارة •

ان هذا يعنى أن المناطق الساحلية ليست لها درجات حرارة يومية وموسمية كبيرة مثل أواسط القارات التى تبعد عن البحر مئات الكيلو مترات •

ومن العوامل الأخرى التى تؤثر على المنـاخ ، الظروف الجغرافية المحلية وخاصـة الارتفاع ، ويقصد به عادة السلاسل الجبلية • فعلى الرغم من تسخين أشعة الشمس لسطح اليابسة ،

فتأثيرها على الهواء التى تمر خلاله يكون تأثيرا ضعيفا • ولذا فكلما صعدنا الى أعلى يصبح الجو باردا ، ويتغير تبعا لذلك نوع النباتات •

تعتبر قمم الجبال العالية قلنسوات ثلجية ، لأنها تصل الى طبقات الهواء العليا شديدة البرودة وتكون معرضة للرياح الباردة • وتظل هذه المناطق العليا أكثر برودة فى فصل الصيف عن الوديان والأراضى المنخفضة أسفلها •

وتساعد الجبال أيضا فى تحديد مدى رطوبة المناخ ، حيث يرتفع الهواء الرطب عندما تدفعه الرياح تجاه الجبال أو فوق هواء أبرد • بعد ذلك يبرد ويتكثف الى سحب تسقط منها قطرات المطر •

يعتبر الهواء رطبا جدا فوق البحر ، عندما ترتفع درجات الحرارة • وهذا يعنى سقوط أمطار شديدة جدا فى الغابات الممطرة بالمناطق الاستوائية عندما يهب الهواء من المحيطات •

المستقبل :

تنشأ أكثر الأماكن جفافا على سطح الأرض ، عندما تهب الرياح لمسافات طويلة فوق الأراضى الساخنة • فهناك حزام مستمر من الهواء الدافىء فوق منطقة الصحراء الكبرى مع فرصة تكون سحب قليلة ، وسقوط أمطار سنوية قليلة جدا •

قد تأتى أحد أسباب تغيرات المناخ قصيرة المدى ، نتيجة التغيرات التى تحدث فى الشمس نفسها • فالبقع الشمسية (بقع من الغاز البارد) ، تعتبر ملامح طبيعية فوق سطح الشمس • ومع ذلك فقد شوهد منها القليل جدا ، عندما بردت الأرض فى العصر الجليدى القصير فى القرن السابع عشر • مثل هذه الأنشطة الغريبة، قد تفسر اتجاهات البرودة •

فقد أحدثت البراكين النشطة ، كالتى حدثت فى جزر هاواى ، سحبا هائلة من الغبار والغاز ، حتى وصلت للطبقات العليا من الغلاف الجوى • هذا الغطاء السحابى ، عكس أشعة الشمس بعيدا عن الأرض ، وأحدث تأثير البرد على مستوى العالم وبعد انفجار كاراكاتوا فى عام ١٨٨٣ ، كانت السنوات التالية القادمة باردة برودة واضحة •

فالصور التى تلتقطها أقمار الطقس التى تدور حول الأرض ، تعطينا المزيد من المعلومات عن الطقس • وتستخدم لدراسة التوزيع فى تغيرات السحب ، والثلج والجليد فوق سطح الأرض • وتعطى معلومات أيضا عن الغلاف الجوى والمحيطات • ويمكننا باستخدام صور الأقمار الصناعية ، قياس تأثير التلوث البشرى والافراط فى رعى الماشية •

ولكن بالرغم من ادراكنا التام بخصائص مناخنا الحالى ، يشعر العديد من رجال الأرصاد بأن التغيرات ليست بعيدة تماما وقد تحدث الآن • فالجفاف المتكرر فى أفريقيا والهند وازدياد ثلوج البحر الشتوية حول ايسلندا قد يكون نتيجة للتغيرات التدريجية •

وقد صورت بعض الأسباب المحتملة فى هذه الصفحات .
فالنشاط الشمسى يعد أحد عوامل تغير المنـاخ . وقد يكون للاشـعاع المتزايد والبقع الشمسية تأثيرات مناخيـة على كمية الحرارة التى يمتصها الجو . والنشاط البركانى له تأثير ملحوظ فالسحب الهائلة من الزماد والغبار المتصاعد . تكون طبقات ، تعكس أشعة الشمس ونتيجة لذلك يبرد سطح الأرض .

وبالنسبة للتنبؤات على المدى البعيـد ، يبدو ان معظـم التوقعات غير متفائلة . فقد تم اجراء حسابات توضح أن مواسم الصيف فى نصف الكرة الشمالى فى طريقهـا لأن تكون أقصر وأبرد ، فربما تصبح الغطاءات الجليدية فى القريب فى شـهر مارس مرة أخرى .

لكن أية توقعات يجب أن تأخذ فى الاعتبار التأثيرات التى يحدثها النشاط البشرى فى القرن العشرين على المناخ . فتلوث الجو الناتج من عوادم السيارات ، والطـائرات والمصـانع ، يعنى أن الأكسجين يستبدل بثانى أكسيد الكربون . فاذا أحدث هذا التلوث غطاء على الأرض ، فالحرارة التى تنعكس الى داخل الفضاء ، سوف تبقى وسترتفع درجات الحرارة فوق سـطح الأرض . وهذا ما يسمى « بتأثير الصوبة الزجاجية » .

تسبب المدن الكبرى وعدد السكان المتزايد تأثيرات محلية (فوسط لندن أدفـأ بحوالى ٢ درجة مئوية عن الريف المجاور

لها) ، وازالة النباتات بسبب رعى الحيوانات ، وقطع أشجار الغابات من أجل الاستفادة بأخشابها فى الوقود ، يعنى انعكاس مزيد من الحرارة على سطح الأرض •

ولما كانت للتغيرات القليلة فى المناخ ، تأثيرات ضارة جدا على مورد الغذاء العالمى ومظاهر حياتنا الأخرى ، فالانسان فى حاجة ملحة لأن يعرف المزيد عن التغيرات الطبيعية والتى قد تكون من صنع يديه • حينئذ فقط سوف نعرف ، اذا ما كان هناك عصر جليدى جديد أو أن هناك مجهود كبيرا يجب أن يبذل لايقاف التلوث والارتفاعات المتزايدة فى درجة الحرارة •

متى يتخلف الغلاف الجوى ؟

الجو المحيط بنا لا يهدأ ابدا • فيمكنـه أن يحدث اى شىء بدءا من نسيم عليل الى اعصار ذو قوة تدميرية تعادل مئات المرات قنبلة هيدروجينية •

يعمل الغلاف الجوى للأرض كطبقة واقية تحمينا من أشعة الشمس الضارة ويحجب عنا حرارتها الزائدة •

وتعمل طبقة الهواء المحيط بكوكبنا أيضا ، على عدم برودة الأرض بسرعة أثناء الليـــل ــ كما هو الحـــال بالنسبة للقمر الذى ليس له غلاف جوى ، على سبيل المثال ــ ويعمل حاجزا يحمى الحياة ، فيحرق الشهب قبل اصطدامها بسطح الأرض • وبدون الغلاف الجوى ، بطبيعة الحال ، لا نستطيع التنفس • ولكن بمقارنة حجمه بحجم الأرض ، نجد الغلاف الجوى المحيط بها صغيرا للغاية •

فلا تزيد سمك طبقة الهواء الكثيفة جدا ؛ القريبـــة من سطح الأرض عن خمسة كيلو مترات ونصف • وفوق هــذه

الطبقة تتناقص كثافة الغلاف الجوى شيئا فشيئا حتى اذا وصلنا ارتفاع ٤٠ كيلو مترا من فوق سطح الأرض ، نجد أنها تلاشت تقريبـا .

ومع ذلك ، فهذه الكتل الهوائية الكثيفة جدا ، تتحرك وتسبح حول الكوكب فى حركة منتظمة تقريبا .

والقوة الأساسية التى تحدث هذه الرياح ، هى الاختلاف فى درجات الحرارة بين القطبين وخط الاستـواء . فالهواء السـاخن أقل كثافة من الهواء البارد ، ولهـذا السبب يصعد لأعلى ، (وتلك هى القاعدة التى تعمل بها البالونات المزودة بالهواء الساخن) ، ويسبح الهواء البارد ليحل محله . وعلى ذلك فالهواء الاستوائى يصعد لأعلى ، ويتحرك الهواء القطبى البارد ليحل محله .

لكن هذه الحركات الهوائية تصبح أكثر تعقدا ، من حقيقة أن الأرض تدور حول نفسها . وبمـا أن الأرض تدور حول نفسها ،فهى تميل الى ترك الغلاف الجوى خلفها ، بحيث يتجه الهواء المتحرك ناحية الشمال ، جهة اليمين ، والهواء المتجه نحو الجنوب يتجه نحو اليسار .

وهناك تعقيد آخر يتمثل فى الاختلاف بين اليابسة والبحر. حيث تميل اليابسة (الأرض) الى أن تدفأ بسرعة وتبرد بسرعة ،

والبحر على النقيض من ذلك ، يدفأ ببطء ويبرد ببطء . وتكون النتيجة أن يسخن الهواء فى فصل الصيف فوق جميع القارات ، ويحل محله الهواء الأبرد القادم من المحيطات ، وفى الشتاء يحدث العكس فيكون هواء المحيط دافئا ، وينتقل الهواء من القارات الى المحيطات . (ويحدث نفس التأثير أيضا بصورة يومية ، عندما يهب النسيم العليل من البحر أثناء النهار، وينتقل نسيم الأرض الى البحر أثناء الليل) .

وبالاضافة الى تأثيرات دوران الأرض حول نفسها ، وعمليات التسخين والتبريد المختلفة للقارات والمحيطات ، فان لفصول السنة وطبوغرافية الأرض (سلاسل الجبال ، التلال والسهول) لها تأثير أيضا . لذا فدورة الغلاف الجوى فى تغير دائم ، وتحدث ما نسميه بـ « الطقس » .

والسمة الأكثر أهمية للطقس ، هى تكوين المنخفضات الجوية (أعاصير) وضد يد الأعاصير (مرتفعات الضغط الجوى) . فالمنخفضات هى مناطق الضغط المنخفض التى يسببها الهواء الدافىء المتصاعد والمنتشر . ويتخذ الهواء المحيط شكلا حلزونيا ــ فيكون عكس عقارب الساعة فى نصف الكرة الشمالى ، ومع عقارب الساعة فى نصف الكرة الجنوبى ــ ليملأ منطقة الضغط المنخفض . وضديدات الأعاصير هى مناطق الضغط المرتفع التى يسببها الهواء البارد الهابط . ويتلولب

الهواء بعيدا عن ضديد الأعصار مع عقارب الساعة فى الشمال ، وضد عقارب الساعة فى الجنوب ، لملء المنخفضات المحيطة .

العواصف العنيفة :

تميل حركات الهواء البالغة العنف الى الحدوث فى غرب المحيط الأطلنطى ، ثم تزحف بعد ذلك جهة خليج المكسيك متجهة نحو الساحل الشرقى للولايات المتحدة . ولهذه العواصف أسماء مختلفة ، فهى تسمى بالأعاصير المدارية (الذى تزيد فيه سرعة الرياح عن ٥٠ م فى الثانية) ، والأعاصير (منخفض جوى يجذب الرياح الى مركزه بعكس اتجاه عقارب الساعة فى نصف الكرة الشمالى والعكس فى نصف الكرة الجنوبى) أو التيفون (اعصار مدارى فى غرب المحيط الهادىء ، والذى يسمى أحيانا ويلى ويليز !) ، ويتوقف تسمية العاصفة على المنطقة التى يحدث فيها من العالم .

هذه العواصف المدارية الدوارة ، هى فى الأساس منخفضات عميقة جدا من الغلاف الجوى . فيمكن أن يصل طولها ٣٢٠ كيلو مترا وعمقها ٩١٠٠ مترا .

يتلولب الهواء متجها لأسفل ، ويدور بسرعة تصل الى ٣٢٠ كيلو مترا فى الساعة ، بينما تسقط الأمطار الشديدة من السحب العاصفة المحلقة . وتوجد فى مركز أو « عين » الاعصار

منطقة ذات هدوء رهيب ، يبلغ قطرها ٣٠ ــ ٣٥ كم ، وتتقدم العاصفة بكاملها ، بسرعة تصل الى ٣٠ كم فى الساعة •

ويحدث اضطرابا آخر بالغ الخطورة فى الغلاف الجوى ، وهو ما يسمى بالزوبعة أو التورنادو • وعلى عكس الأعاصير ، فهذه العواصف المدوية عـادة ، تبدأ نشاطهـا من سطح فوق الأرض •

وبالرغم من وجود نظرية أو اثنتان ، الا ان رجال الأرصاد الجوية لا يزالون غير متأكدين تماما من سبب نشـوء هـذه الاضطرابات الشديدة فى غلافنـا الجوى ، لكنهم قادرون على الأقل فى الوقت الحالى أن يبلغوا تحذيراتهم للسفن أو للأشخاص المتواجدون بمنطقة الاعصار •

وتبعث أقمار الطقس الصناعية (ستالايت) التى تحلق على ارتفـاع ١٦٠ كم فوق سطح الأرض ، والتى تقوم بالتقـاط سلسلة منتظمة من الصـور ، لتكوينات السحب أسفلها ، الى المحطات الأرضية ، حيث يقوم رجال الطقس بفحصها ، للوقوف على التغيرات المهمة فى المحيط الشاسـع لغلافنا الجوى الدائم الحـركة •

مقياس الرياح لبوفورت :

تقاس شـدة الرياح بواسـطة جهـاز يسـمى بالمرياح ، (anemometer) ، وهو جهاز مزود بثلاث طاسات مركبة

على ذراع فوق عمود دوار . وتعمل الرياح على دوران الطاسات، وتقاس سرعة الرياح بالمعدل الذى تدور به الطاسات ، وهو عادة بالأميال فى الساعة . وتستخدم محطات الطقس مقياس بوفورت لتسجيل شدة الرياح . وقد اخترع الجهاز الأميرال الانجليزى السير فرنسيس بوفورت فى القرن التاسع عشر .

شدة الرياح	سرعة الرياح كم/س	نوع الرياح كما تبينها خرائط التنبؤ
٠	اقل من ٣	ساكنة
١	٣ ـ ٥	هواء خفيف
٢	٦ ـ ١١	نسيم خفيف
٣	١٣ ـ ١٩	نسيم لطيف
٤	٢٠ ـ ٢٩	نسيم معتدل
٥	٣٠ ـ ٣٩	نسيم نشط
٦	٤٠ ـ ٥٠	نسيم شديد
٧	٥١ ـ ٦١	عاصفة معتدلة
٨	٦٢ ـ ٧٤	عاصفة نشطة
٩	٧٥ ـ ٨٧	عاصفة شديدة
١٠	٨٨ ـ ١٠١	عاصفة شديدة جدا
١١	١٠٢ ـ ١٣١	عاصفة مدوية
١٢	أكثر من ذلك	اعصار

كيف يتطور منخفض جوى :

كتلة هواء ساخنة وينشأ خطـا بين الكتلتين ، ويتزايد هـذا الخلل ، عندما تستمر « الجبهـة الباردة » الحافـة الأماميـة للهـواء البارد فى تخطى الهـواء الدافىء وفى النهاية يتجـاوز الهواء البارد الجبهـة الساخنة . ويندفع الهواء البارد تحت الهوا السـاخن ، جاعـلا اياه يتحرك لأعلى فى الغـلاف الجوى . وأثناء ارتفاعه يكون سحب ممطرة .

الأعاصـير :

ان أى منخفض جوى عميـق جـدا يعرف ما يسـمى بالاعصار . فيمكن أن يمتد طول هذه العواصف الهوائية نحو ثلاثمائة كيلو مترا ، ويصل سمكها تسعة كيلوا مترات ، وتوجد فى وسطها ، منطقة هادئة ، يصـل قطرها حوالى ١٥ ــ ٣٠ كم ، وتسمى بالعين ، يكون كل شىء فى هـذه المنطقة ساكن تقريبا ، بينما خارج هذه المنطقة ، تتلولب الرياح حول العين بسرعة تصل الى ٣٠٠ كم فى الساعة .

ولا تستخدم كلمة اعصار الا فى جنوب الولايات المتحـدة وجزر الهند الغربية (أرخبيل فى شمال الأطلنطى ، بين شمال وجنوب أمريكا) . وتسمى هذه العواصف الاستوائية فى بحر الصين بالاعصـار الاستوائى (التيفون) ، بينما تسـمى فى

المحيط الهندى بالاعصار الحلزونى (السيكلون) . وتسمى الأعاصير التى تظهر أمام شواطىء استراليا بويلى ـ ويليز . وأيا كان اسمها ، فتعتبر هذه العواصف من العواصف المدمرة . فقد نشط اعصار دافيد فى جزر الهند الغربية وفلوريدا فى شهرى أغسطس وسبتمبر عام ١٩٧٩ ، وقتل مئات من الأشخاص ، وأتلف العديد من المبانى والمحاصيل . وفى جمهورية الدومينكان، مات أربعمائة شخص فى حادث واحد فقط ، عندما عصف الاعصار بالكنيسة التى كانوا يؤدون فيها طقوسهم الدينية ، نتيجة للفيضان الذى أحدثه شدة الاعصار .

التورنادو (الاعصار الدوامى) :

يعتبر التورنادو من أعنف العواصف . فهو يشبه الاعصار لكنه أقل منه كثيرا ، بحيث يصل طوله عدة مئات من الأمتار . ويتحرك الهواء حول مركز التورنادو بسرعة كبيرة ـ تصل أحيانا الى ٣١٥ كم/س . هذه الرياح السريعة الصعود، يمكنها اقتلاع جذور الأشجار ، وتدمير المنازل ، كما يمكنها حتى أن تلتقط السيارات وتقذفها للأمام عدة مئات من الأمتار. ويمكن أن تتحرك العاصفة بسرعة ٥٠ كم فى الساعة ، وعادة ما تكون مصحوبة بالبرق ، والرعد والأمطار الغزيرة الجارفة . والعواصف التورنادوية ، تعتبر من العواصف المدمرة ، خصوصا

عندما تحدث فى مجموعات ، وتعصف بالبلاد بكاملها وتخلف وراءها آثار من الدمار •

وعندما تهب عواصف التورنادو فوق المياه ، فتعرف بالأعاصير المحيطية ، وفى هذه الأعاصير ينبجس عمودا من الماء من البحر (أو البحيرة) ، من قاعدة الانبجاس ، على هيئة سحابة رعدية سوداء كبيرة ، يصل ارتفاعها فى الفضاء نحو مئات الأمتار • ومع ذلك وبالرغم من الرأى الشائع الذى يقول بأن الانبجاس لا يتكون من الماء المسحوب من قاعدته ـ فيما عدا القاعدة الفعلية ـ ولكن من الماء الذى تكثف من الهواء الرطب ، المرفوع بالقرب من سطح البحر •

بالرغم من الأهمية التدميرية للتورنادو ، وعلى الرغم من الدراسات المتعمقة التى أجريت عنها ، فلا يزال العلماء غير متأكدين من كيفية تكون التورنادو • وتقول احدى النظريات ، أنه عندما تكون طبقات الجو غير مستقرة ، محدثة تيارات صاعدة قوية • فان الدوامات الصغيرة التى تحدث عادة بالقرب من سطح الأرض ، يمكن أن تتضخم ، وتبدأ فى النمو بصورة قوية عندما تتسع مساحتها • والغريب فى ذلك ، أنه فى مركز التورنادو ، يحتمل أن يتحرك الهواء لأسفل ، والذى يسبب وجود بقايا صغيرة جدا أو غبار فى مركز التورنادو •

وتوجد ظواهر طبيعيــة قليلة ، يمــكن مقارنتهــا بالقوة التدميرية الصرفة للتورنادو • ففى احدى الحــالات ، دمرت مدرسة بها ٨٥ تلميذا ، وحمل التلاميذ مسافة ١٣٧ مترا ، قبل أن يعودوا بســلام الى الأرض • وفى واقعة أخرى ، ارتفعت خمس عربات من قطار ، تزن الواحدة منها سبعين طنا ، من مسار القطــار ، وبلغ ارتفــاع احــداها فى الهــواء ٢٤ مترا • فى عام١٩٦٥ ، قتل ٣٧١ شخصا ، وجرح ما يزيد على ٣٠٠٠شخص ، عندما بدأت تهب سلسلة من عواصف التورنادو فى أنحاء ولايات أيوا ، ووسنكســون وايلينوى وانديانا وميتشجان وأوهــايو بالولايات المتحدة الأمريكية •

أى انواع السحب التى يمكنها ان تحــدث اعصــارا ؟

كل منا يفكر فى السحب بطريقته الخاصة • فرجل الأرصــاد الجوية يرى فى السحب وسيلة للتنبؤ بالطقس • والفنان يرسمها فى لوحاته بجميع اشكالها البديعة المختلفة • ويرى الشــاعر فيهــا القلاع والأشكال الخيالية الغريبة • ونحن نلومها جميعا لأنها تحجب عنا إشعة الشمس ايام عطلاتنا الصيفية ، أو عند انهمار المطر أثناء حفــلات العرس •

فالسحب تعنى أشياء عديدة لكثير من الناس • ولكن ما هى السحب ؟

هى عبارة عن كتل من بخار المــاء البارد ، التى تطفو فى الجو • يحمل الهواء بعض من بخار المــاء • (رطوبة الهواء ، هى مقياس لكميه بخار المــاء به) • وعندما تسخن الشــمس سطح الأرض ، ترتفع درجة حرارة الهواء الملامس لها • ويتصاعد الهواء الدافىء الرطب ، يتمدد ويبرد • لايستطيع الهواء البارد

أن يحمل كثيرا من بخار المـاء مثل الهواء الدافىء ، وبعد فترة وجيزة يبرد الهواء الصـاعد الى درجة حرارة ، لايستطيع بعدها أن يحمل كل رطوبته ٠

بلورات المـاء :

يترسب بخار المـاء على جزيئات دقيقـة ، توجد دائمـا بصورة طافية فى الهواء ــ ذرات من الغبار ، وحبوب لقـاح ، وبللورات الملح ٠٠ الخ ٠ وتكون جميعها قطرات صغيرة من المـاء أو بلورات الثلج ، التى تتجمع مع بعضها لتصنع سحابا ٠ واذا انخفضت درجة الحرارة أكثر من ذلك ، تصبح السحب مثقلة جدا بالرطوبة ، حتى انها تسقط على هيئة مطر أو ندف من الثلج ٠

ونرى فى يوم صاف أيضا ، سحبا من صنع البشر ــ ذيول الدخان التى خلفتها الطـائرات المحلقة على ارتفاع عال ٠ فهى تتكون من بلورات ثلجية ٠ والرطوبة الحـارة الخارجـة من مواسير عادم الطائرة ، تتكاثف وتتجمد عند اصطدامها بالهواء العلوى البارد ، وتحدث ذيول السحب التى نراها ٠

انـواع السـحب :

تنقسم السحب من ناحية الشكل الى قسمين رئيسيين تبعا للطريقة التى ارتفعت بها كتلة الهواء وهما :

١ ـ السحاب الركامى :

وهو السحاب الذى ينشأ عن ارتفاع الهواء بالحمل ، وكلما اشتد الحمل ، ازداد ارتفاع قمة السحاب ـ ويشبه السحاب الركامى تلا من الصوف أو القطن ، ويزيد نموه الرأسى عن نموه الأفقى بكثير .

٢ ـ السحاب الطبقى :

وهو السحاب الذى ينشأ عن ارتفاع الهواء ببطء مثل صعود الهواء الدافىء الرطب فوق كتلة من الهواء البارد أو الصعود الاضطرارى للهواء على سفح جبل من الجبال أو ما شابه ذلك .

وتنقسم السحب من ناحية الارتفاع الى ثلاثة أقسام رئيسية :

(أ) السحب المرتفعة :

وهى التى يبلغ ارتفاع قاعدتها أكثر من ٦٠٠٠ مترا . وأنواعها : السمحاق ، والسمحاق الطبقى والسمحاق الركامى .

(ب) السحب المتوسطة :

وهى التى يبلغ ارتفاع قاعدتها أكثر من ٢٠٠٠ مترا . وأنواعها : السحاب الطبقى المتوسط والركام المتوسط .

(ج) السحب المنخفضة :

وهي التي يكون ارتفاع قاعـدتها أقل من ٢٠٠٠ مترا . وأنواعها : ركام الطقس الحسن ، السحاب الطبقي ، والركـام المزني والسحاب الطبقي المزني . وتفصيلها كما يلي :

تتجمع السحب في مراتب حسب ارتفاعها عن سطح الأرض، فالسحب العالية جدا ، هي السحب السمحاقية ، تقع على ارتفاع ما بين ٦ ـ ٨ كيلو مترات فوق سـطح الأرض . السمحـاق (Cirrus) هو سحاب عالي يتكون من بلورات ثلجية ويكون عادة ناصع البياض . ويشبه شكله علامة صح أو شكل خصلة من الشعر ـ ويوجد في أجزاء متفرقة منعزلة ويسهل جدا تمييزة والتعرف عليـه . ويندر أن توجد سحبـا أعلى من ارتفـاع ١٠٠٠٠ مترا ، وهو السبب الذي يجعل طائرات الشحن التي تطير لمسافات طويلة ، تطير على ارتفاع أكبر من هذا .

تغطي السحب السمحاقيـة أحيانا جزءا كبير من السماء بطبقة ضبابية ، تجعل الشمس تبدو شاحبة . ويسمى هـذا التكوين من السحب بالسمحاق الطبقي (Cirrostratus) وهو عبارة عن غلالة شفافة بيضـاء يبدو خلالها قرص الشمس أو القمر بوضـوح تام وفي كثير من الأحيان تظهر هالة كبيرة في السماء تحيط بقرص الشمس أو القمر وتميز هـذا النوع من السحاب ، وعلامة على المطر خلال أيام قليلة .

سماء « أسكمرية » ، كتل صغيرة مستديرة من السحب فى شكل متموج خفيف ، هى السنحاق الركامى (Cirrocumulus) ، وهو عبارة عن طبقة رقيقة من السحاب تتكون من كتل صغيرة متراصة بنظام تام وتشبه الآثار التى تتركها الأمواج على رمال الشاطىء . والسماوات الأسكمرية غالبا ما يتبعها رياح قوية . وكل هذه السحب تتكون من بلورات الثلج .

السحب المنخفضة :

فى المستويات الأدنى ، تتكون السحب من قطرات الماء . وتلك السحب الموجودة على ارتفاع ما بين ٢٠٠٠ و ٦٠٠٠ مترا تسمى بالسحاب الطبقى المتوسط والركامى المتوسط . وتكون السحب الطبقية المتوسطة طبقات رمادية رقيقة عبر السماء ، ونشرق الشمس أحيانا بضوء شاحب . هذه السحب غالبا ما تحدث السماء « المائية » التى ترى قبل المطر . أما السحب الركامية المتوسطة فهى نفخات شبه مستديرة من السحب تطفو عبر السماء فى مجموعات غالبا ما تندمج ببعضها .

وتسمى السحب المنخفضة بالطباقية ، والمزنية ، والركامية الطبقية ، فالسحب الطبقية نادرا ما يزيد ارتفاعها على ٣٠٠ متر . وهى عادة طبقة رمادية غير متكسرة ، تشبه الضباب . أما السحب

العليا والسميكة والمظلمة هى سحب المزن ، وهى غالبا مغيمة مصحوبة بسقوط المطر أو الثلج • والسحب الركامية المتوسطة ، هى طبقة رمادية مشوبة بالبياض من السحب المنخفضة ، تتكون من كتل مستديرة ، غالبا ما تندمج ببعضها •

السحب الركامية والركامية المزنية :

قد تصل الى ارتفاعات شاهقة على الرغم من أن قواعدها تكون قريبة من سطح الأرض • السحب الركامية ، هى سحب متكومة فى شكل أكوام ، وتظهر لامعة بيضاء عندما يقدحها ضوء الشمس • وغالبا ما تطفو لمتكاسلة عبر السماء • ولكنها سرعان ما تتحول الى سحب من أروع السحب جميعا ، وهى الركام المزبن • وهى السحب الرعدية الكثيفة • ويكون جزئها العلوى عادة مسطحا بشكل يشبه السندان ، وقد يصل ارتفاعها الى ٦٠٠٠ مترا ، وتكون قاعدتها على ارتفاع عدة مئات من الأمتار فوق سطح الأرض • فى المناطق الاستوائية ، فقد يصل سنمك السحب الركامية المزنية من ١٢ الى ١٤ كيلو مترا من قمتها لقاعها • ويتجنب ربابنة الطائرات هذه السحب مهما كانت الظروف بسبب الرياح العنيفة التى تحتوى عليها • وفى الحالات النادرة يمكن أن تحدث السحب الركامية المزنية أعصارا مميتا •

الرعد والبرق :

تنشأ العواصف الرعدية نتيجة تكون شحنات كهربية معاكسة فى أجزاء مختلفة من سحابة ركامية مزنية طويلة . وعندما تصبح هذه الشحنات عظيمة جدا ، تحدث شرارة برق ، ويحدث الرعد نتيجة الحرارة المفاجئة للهواء بواسطة البرق . هذه الحرارة المفاجئة تجعل الهواء يتمدد بصوت انفجارى ، وتسمى ضوضاء الانفجار وارتداداتها بالرعد .

ونحن نرى البرق بمجرد حدوث الوميض ، ولكننا نسمع الرعد متأخرا بسبب السرعة البطيئة للصوت . والفترة ما بين رؤية البرق وسماع الرعد ، يمكن أن تستخدم فى تقدير مسافة الوميض ، التى تقدر بثلاث ثوان للكيلو متر الواحد .

وتحدث فى المتوسط ٤٥٠٠٠ عاصفة رعدية كل يوم فى بعض الأماكن من العالم . وتعتبر من بين أعظم الحوادث الطبيعية القوية والمدمرة . وقد قدر أنه يوجد ٥٠٠٠ أمبير من الكهرباء فى وميض البرق . وفى جزء من الثانية ، يمكن أن ينتقل الوميض من ارتفاع ثلاثة كيلو مترات الى الأرض ، أو قد يومض بين السحب التى تبعد عن بعضها بنحو ١٦ كيلو مترا .

ولكن لا تقلق . فان فرصتك فى أن تصطدم بالبرق فرصة نادرة بالفعل . وفى بريطانيا ، يقتل حوالى عشرة أفراد من البرق

كل عام • وقد سجلت بعض من حالات النجاة الغريبة • ومن بين الحوادث الغريبة ، أن رجلا كان يحمل ساعة جيب ذهبية ، انصهرت تماما من حرارة الوميض ، فى حين أنه هو نفسه لم يصب بأذى •

التنبؤ بطقس الغد من السحب :

فربما لا يكونوا دائما على حق ــ فى غالب الأحوال يستطيع رجال الأرصاد التنبؤ بأحوال الطقس بدقة معقولة الى حد ما • وهم قادرون على هذا ، لأن الطقس عادة ما يتبع أنماط يمكن تنبؤها • فربما تكون السحب هى أكثر الحقائق فائدة لرجال الأرصاد •

فى المناطق المعتدلة المناخ (الدول ذات خطوط العرض الوسطى ــ التى تشمل بريطانيا ، وأوربا ومعظم أمريكا الشمالية) ، غالبا ما يصاحب المطر منخفضا جويا • وهى منطقة ذات ضغط جوى منخفض التى تنتقل حوله الرياح عكس اتجاه عقارب الساعة فى نصف الكرة الشمالى ، وفى اتجاه عقارب الساعة فى نصف الكرة الجنوبى •

وتميل المنخفضات للحدوث على وجه الخصوص ، عندما تقابل حزمة متحركة من الهواء الدافىء من المناطق المدارية ، هواء قطبيا باردا • ولما كان الغلاف الجوى فى حالة دوران

دائم (حيث تدور الأرض تحته حول نفسها) ، وتكون النتيجة دوامة ضخمة ، ذات هواء بارد ينساب للخلف وأمامها حزمة من الهواء الأدفأ . والطقس الذى نواجهه حينئذ « جبهة » دافئة ، يليها « جبهة » باردة .

والمنخفضات يبلغ طولها ما بين ٨٠٠ و ٤٠٠٠ كيلو مترا وتأخذ حوالى من يومين لخمسة أيام لكى تمر . ولما كان الهواء البارد أثقل من الهواء الدافىء ، فيرتفع الهواء الدافىء فوق الهواء البارد . وأثناء ارتفاعه تتكون السحب ، ويحدث المطر . ويصاحب بعض أنواع السحب مراحل معينة من المنخفض لذلك يمكنك أن تتنبأ بما سيكون عليه الطقس فى اليوم التالى أو نحو ذلك .

والسحب الأولى لمنخفض ما ، هى السحب السمحاقيـة العالية ، بعد ذلك فى غضون أربع أو خمس سـاعات ، عندما ينخفض الضغط الجوى ، يتبعها سمحاق طبقى ، يغطى السماء كلها . أخيرا يندمج السمحاق الطبقى بشكل غير مدرك بسحاب المزن المنخفض والقاتم اللون ، وتبدأ الأمطـار فى الهطول . وتشتد الرياح وسرعان ما تهطل الأمطار بغزارة .

هذا هو مركز العاصفة . لكن بعد عدة ساعات ، يتوقف الضغط عن الهبوط . ويتوقف هطول المطر . وتتضائل سحب المزن لتكشف عن سحاب طبقى مهلهل كثير الرذاذ .

وعندما يمر المنخفض ، يبدأ الضغط فى الارتفاع • تشتد الرياح ، ويكون هناك غالبا ، تفجر قصير وحاد من الأمطـار الغزيرة ، عندما تنتهى السحب المطـيرة • ويوجد قليل من السحاب السمحاقى وبعد ذلك تصفو السماء •

السحب الوحيـدة الآن هى السحب الركاميـة ، سحب الطقس الصحو ذات الزغب البيضاء • فى حين أن بعضها قد ينمو الى سحب رعدية من الركام المزبن الكبير ، الذى يأتى برخات المطر الشديدة •

وخلال ذلك الوقت ، يرتفع الضغط وتهدأ حدة الرياح • وفى نهاية الأمر تخف جميع السحب حتى السحب الركاميـة • ان نظام العاصفة جميعه الآن قد انتهى — حتى المرة القادمة !

ما هى الرياح التجارية ؟

فى كل أنحاء العالم ، كان الانسان يعتمد على قوة الرياح فى احدى فترات الزمن • فمثلما تشكل الرياح مظهر الكثبان الرملية فى الصحراء ، فقد ساعدت أيضـا فى تشكيل حياتنا فى أى مكان نعيش فيه فوق سطح الأرض •

وهناك مثال ملفت للنظر هو هولندا ، التى تقع فى شمال أوروبا • ففى المـاضى ، كانت تستخدم الرياح فى ادارة أشرعة ما يزيد على عشر آلاف طاحونة هوائية فى أنحـاء البـلاد • وساعدت هذه الطواحين المزارعين فى طحن الحبوب ، وقطـع الأخشاب ، والأهم من ذلك جميعا ساعدتهم على نزح ميـاه البحر ، حتى يمكن استصلاخ الأراضى • وعلاوة على ذلك ، كان يستخدم البحـارة الهولنديون المهرة الرياح فى تسيير مراكبهم الى مناطق عديدة من العالم ، تحمل بضائعهم للاتجـار بها ، أو تقل الناس الراغبون فى السفر الى مناطق أخرى غير أوطانهم•

وطوال عدة قرون ، أساء الناس فهم الرياح أو خافوا منها فى مناطق متفرقة من العالم • فقد لاحظ الرومان القدماء وجود

أنماط من الرياح فى فصل الربيع ، عندما كانت تضطر مراكبهم المحملة بالحبوب من مصر الى عبور البحر المتوسط فى فترة وجيزة ، حتى لا تتعطن الحبوب .

ومع ذلك ، فالرياح التجارية الشهيرة لشمال الاطلنطى (تجارية كلمة قديمة وتعنى هنا « فى جميع الاتجاهات ») ، أخافت البحارة الذين كانوا يبحرون مع كريستوفر كولمبوس (١٤٥١ ــ ١٥٠٦ م) الملاح الايطالى الذى اكتشف أمريكا عام ١٤٩٢ ، دون أن يدرى أنه اكتشفها . فقد كانت تهب الرياح بلا توقف تجاه الغرب من شمال أفريقيا ، وراح كولمبوس وبحارته يتساءلون ، كيف يمكنهم العودة الى أوطانهم . واكتشفوا أخيرا أنه فى البعيد ناحية الشمال ، تهب رياح غربية فى الاتجاه المعاكس من الساحل الشرقى لأمريكا .

الملاح البرتغالى العظيم ، فرديناند مجلان (١٤٨٠ ــ ١٥٢١ م) الذى يعتبر أول من قام برحلة بحرية حول العالم ، والذى قتل أثناء محاولته ايجاد طريق بحرى نحو الغرب الى جزر الهند من أسبانيا ، قوبل أيضا بمجموعة من الرياح حيرته . فعندما رحل فى اتجاه الغرب فى عام ١٥١٩ ، قابل الرياح التجارية عبر الأطلنطى . بعد ذلك أثناء مروره بكاب هورن ، أقصى الطرف الجنوبى من قارة أمريكا الجنوبية ، اصطدم بالأربعينيات

المزمجرة القوية ، قبل الابحـار فى الرياح التجارية الخفيفـة فى محيط جديد قد أسماه بالمحيط الهادى (الباسيفيكى) .

ولم يكن قبل القرن الأخـير ، عندما بدأ الهيـدروجراف الأمريكى ماثيو فونتاين مورى (العالم الذى يقوم بمسح وعمل خرائط للبحر) فى دراسـة وعمل خرائط لأنماط الرياح لجميع أنحـاء العالم .

وقد قام بهذه الدراسة من خلال فحصه لآلاف من سجلات السفن ، ولاحظ ظهور رياح مختلفـة فى مواضـع معينـة فى المحيطات فى تواريخ معينة . واستطاع حينئذ أن يوضح كيف يمكن أن تستخدم المراكب أنماط الرياح ، لايجاد ممر سريع بين ميناءين بحريين .

وقد عرفنا منذ زمن طويل أن الرياح هى حركة الهـواء الأفقية فوق سطح الأرض من مكان لآخر . والسبب الرئيسى فى هبوب الرياح هو اختلاف درجـة الحرارة الذى ينتج عنه بالتالى اختلاف الضغط ، وتهب الرياح من مناطق الضغط المرتفع الى مناطق الضغط المنخفض . وقد كانت الرياح تسمى بالاتجاه الذى تهب منه ، ولذلك فالرياح التى تهب من الشمال ، تسمى رياح شمالية . ولكن حتى وقت قريب ، كان الانسان فى حيرة لمعرفة القوى المسببة للرياح .

عـوامل الريـاح :

نحن نعرف اليوم أن هناك عاملان مهمان يحدثان ويحركان الرياح ، العامل الأول دورة الأرض نفســها التى تسحب كتلة الهواء معها • والعامل الثــانى ، هو التبادل الدائم بين الهواء الدافىء للمدارين والهواء البارد للقلنسوات المدرية القطبية • ويشترك هذان العاملان مع بعضهما ليعطيا لنا أنماط منتظمة من الريــاح ، تمتد لمــا يزيد لآلاف الكيلو مترات فوق ســطح الأرض •

وما تزال تلعب الرياح فى عديد من المناطق ، دورا مهمــا كبيرا فى حيــاة الشــعوب • ولنأخذ مثــلا الرياح الموســمية (monsoons) فى آسيا • ففى الصيف تسخن كتلة اليابسة فى وسط آســيا ، ويرتفع الهواء الدافىء ، مكونا منطقة ذات ضغط منخفض • والرياح التى عبرت البحر ، تلتقط الرطوبة وتندفع بها لتمــلأ هــذه المنطقــة ، وتسقط الرطوبة مثل مطر الرياح الموسمية فى الهند ، واليابان ومعظم مناطق جنوب آسيا • ويعتمد المزارع الذى يزرع محاصيله فى هــذه المناطق فى كل ربيع ، اعتمادا كليا على الموسم الممطر ، حيث يمكن أن تنمو محاصيله ويستخدم مياه المطر من أجل الشرب •

الرياح المحلية فى أوروبا وشمال افريقيا :

الظروف المحلية الخاصة مثل المناطق الصحراوية والجبلية ،

تسبب رياحا اقليمية تؤثر على هــذه المناطق . ويمكن أن يكون لهذه الرياح خصــائص مختلفة ، فالرياح الشرقية (sirocco) هى رياح دافئة تأتى من الصحراء الكبرى ، وتصبح رطبــة عند مرورها فوق البحر المتوســط ، ورياح البورا والمسترال ، هى رياح باردة بغيضة تدمر المحاصيل المهمة ، رياح الفون ، هى رياح جبلية دافئة ، فى حين أن رياح (Helm) هى ريــاح باردة جافة ، تصاحبهــا سحبا ثقيلة . يمكن أن تكرر هــذه الظروف فى منــاطق أخرى من العــالم ، فى حين الريــاح لها أسماؤها الخاصة بطبيعة الحال .

وتعمل التلال والجبال أيضا على احداث الرياح ، وقــد أعطيت لبعض منها أســماء خاصة . فالهواء الدافىء فوق الجبال التى تبرد أثناء الليل ، يميل الى الهبوط نحو المناطق المنخفضة ، ومثال على ذلك ، رياح المسترال ، التى تمس وادى الرون فى فرنسا ، أثناء هبوبها تجــاه البحر المتوسط (ريح شــمالية عنيفة باردة جافة تهب على المقاطعات الفرنسية الواقعــة على البحر المتوسط) .

الرياح الشرقية (رياح جافة مثقلة بالغبار تهب من شمالى أفريقيا عبر المتوسط وأوروبا الجنوبية) ، لها تأثير آخر . هذه الرياح ، رياحا دافئــة تتكون فوق منطقة الصحراء الكبرى فى شمال أفريقيا ، ثم تهبط فى اتجاه الشمال نحو البحر المتوسط ،

وتحمل معها الرطوبة فى طريقها لعصف ايطاليا ، واسبانيا وفرنسا وتأتى بأمطار دافئة .

وفى حقيقة الأمر ، تعتبر الرياح الشرقيــة مثلا لنوع من الرياح يعرف بـ الفونة (وهى ريح حارة جافة تهب من جانب شمال جبــال الألب) . وهى تبدأ كهواء رطبــا فوق البحــر المتوسط ، لكنها تلقى بالرطوبة على هيئة مطر عندما ترتفع فوق جبال الألب . ويعمل تأثيرهاالدافىء غالبا على اذابة الجليد فى المنحدرات الشمالية . وتشاهد رياحا من أنواع الفونة فى أجزاء عديدة من العالم .

ربما تكون أكثر الريــاح الجبليــة اثارة ، هى الريــاح الشينوكية ، وهى رياح جافــة حارة تهب أحيانا هابطــة على المنحدرات الشرقية من جبال روكى فى المنطقة المجاورة للحدود الكندية وفى المنحدرات الغربية تسقط الثلوج والأمطار ، التى تظهر فى المنحدرات الشرقية فى صورة رياح جافة حارة . وقد سميت نسبة الىقبيلة الشينوكية من الهنود الحمر ، الذين أشاروا اليها بأنها « آكلة الثلج » ، ويمكن أن تسبب تغيرات كبيرة فى درجة الحرارة ــ ففى واحد فبراير ، فى اقليم البرتا الكندى ، ترتفع درجة الحرارة من ــ ٦ درجات مئوية الى ٢٥ درجــة مئويــة !

ويمكن أن تتسبب الصحارى الجافة فى اثارة الرياح • ففى ايران ، يمكن أن تحمل الرياح عواصف رملية ضخمة معها ، لدرجة تصبح معها القرى جميعها ، مدفونة تماما • ويمكن لرياح أخرى أن تجفف المزروعات وتؤدى الى اشعال الحرائق فى الشجيرات •

لكننا نرى أيضا تأثيرات مفيدة للرياح ، ويحاول العلماء فى الوقت الحالى اجراء التجارب ، على امكانية استخدام الرياح فى الطواحين الهوائية الحديثة ، فى مشروع للطاقة البديلة لذا ، فعلى الرغم من أن صور الأقمار الصناعية تخبرنا بالكثير عن الدور التى تلعبه الرياح فى الطقس ، فيمكن أيضا أن يكون هذا المصدر القديم للطاقة ، عونا كبيرا للانسان مرة أخرى ، عندما تتناقص موارد الوقود الطبيعى •

لماذا يحدث كسوف الشمس ..
وخسوف القمر ؟

هناك شيئا مخيفا جدا من الاظلام الذى يحدث أثناء النهار . فالأرض تعتمد بدرجة كبيرة على الشمس واهبة الحياة ، حتى أن فقدها بصورة أو باخرى ، يعد أسوأ كارثة يمكن أن يتخيلها البشر ـ أسوأ ، أسوأ بكثير جدا من اندلاع حرب نووية شاملة .

ومع ذلك ، ففى كل عام أو نحو ذلك ، تختفى الشمس تماما بشكل طبيعى ، من مكان ما من بقاع العالم . وتحدث هذه الظاهرة عندما يمر القمر بين الأرض والشمس ويحجبها عن الظهور . ويسمى مثل هذا الحدث « بكسوف الشمس » .

وعندما فهمنا هذه الأيام ماذا يحدث ، لم يعد يشكل كسوف الشمس أو خسوف القمر مخاوف كبيرة بالنسبة لنا . فى حين كان الناس فى الماضى يخشون تماما من حدوث هذه الظواهر . وقد رصدت هاتين الظاهرتين لأول مرة بصورة تامة فى عام ٧٤٧ ق.م . فى بابل ، ومناطق أخرى من العالم

القديم ، كان حدوث كسوف الشمس وخسوف القمر ، من الظواهر التى تنذر بقدوم الكوارث . وتقول الأسطورة الصينية القديمة ، أن الامبراطور ياو عين اثنين من موظفيه لمنع حدوث هاتين الظاهرتين ، وكان يعاقبهما ، أشد العقاب عندما كانا يفشلا فى ذلك .

عبدة الشمس :

كان شعب الانكا فى بيرو القديمة ، من الشعوب التى تعبد الشمس ، وكانوا يعتقدون أن كسوف الشمس أو خسوف القمر كارثة : فقد كانوا يعتقدون أن أسدا ممسوخ الهيئة أو حية تحاول ابتلاع الشمس واهبة الحياة بطريقة سريعة . وعندما كان يحدث كسوف للشمس ، كانوا يحدثوا ضجيجا يصم الآذان — بدءوا بالصراخ والصياح ونفخ النفير ومحارات الأصداف ، ووصل بهم الأمر الى أنهم كانوا يقتلون الكلاب لجعلها تعوى — حتى يبعدوا هذا الوحش الذى يبتلع الشمس .

ويبدو مثل هذا السلوك الخرافى اليوم عملا بدائيا وغبيا . وبرغم ذلك ، فان مشاهدة الكسوف والخسوف تسترعى انتباه الناس فى كل مكان . وتعتبر تجربة الكسوف تجربة مخيفة . فالأرض تتحول من ضوء النهار الى الظلمة فى لحظة . ولا يظهر

مكان الشمس اللامعة المشرقة ، ســوى قرص أسود ــ القمر المتداخل ــ مع دائرة متلألأه من الضوء الأبيض اللؤلئى حولها . هذه الدائرة هى هالة الشمس .

ويبدو من الأشياء الغريبة جدا ، ان جرما سماويا صغيرا جدا مثل قمر الأرض (الذى يبلغ قطره ٣٤٧٣ كم) ، يمكن أن يحجب تماما نجما ضخما هائلا مثل الشمس (يبلغ قطر الشمس ما يزيد على ١٣٩٢٠٠٠ كم) . فالسبب فى ذلك ، يرجع الى المسافة الكبيرة بين الأرض والشمس (١٥٠ مليون كم) ، والى حقيقة أنه كلما كان الجرم السماوى بعيدا جدا ، بدا صغيرا .

الكســوف الـكلى :

لذا ، فعلى الرغم من آن قطر الشــمس يزيد قليــلا عن ٤٠٠ مرة قدر قطر القمر ، الا أنه يظهر مشابها له فى الحجم ، لأن بعد الشمس عن الأرض ما بين ٣٦٧و ٤١٧ مرة بعد القمر عن الأرض . وهــذا الرقم ليس ثابتا ، لأن مدار الأرض حول الشمس ومدار القمر حول الأرض ، ليسا مداران منتظمــان تماما (مدار بيضاوى) . وعندما يكون القمر فى أقرب مواضعه من الأرض ، يبدو وكأنه بالفعل أكبر قليلا من قرص الشــمس ، وفى تلك الحــالة يمكن أن يحجب الشمس تماما وبدأ يحدث الكســوف الكلى .

ان ما يراه الراصدون بدقة أثناء الكسوف ، يعتمد على موقع الرصد الذى يرصدون منه من فوق سطح الأرض . ولا يظهر الكسوف كامل الا فى الأماكن التى تقع على خط مباشر بين الشمس والقمر . وهنا ، ظل القمر ، الجزء المظلم تماما من ظله ، يلمس الأرض ، ويخلق منطقة محدودة يبلغ اتساعها حوالى ٢٤١ كم ، تبدو فيها الشمس محتجبة تماما .

الكسوف الجزئى :

فى أى مكان آخر ، يكون الكسوف جزئيا ، حيث تبدو حافة واحدة من الشمس مختفية والحافة الأخرى ظاهرة . فى هذه المنطقة ، التى يبلغ اتساعها حوالى ٦٤٣٧ كم ، فان شبه ظل القمر ، الجزء الأخف من ظله ، يسقط على الأرض . وشبه الظل ، يعتبر أخف لأنه يحتوى على ضوء الشمس ، بينما الظل، لا يحتوى على أى ضوء من الشمس .

وبطبيعة الحال ، فالتأثيرات لا تبدو مثيرة تقريبا أو مؤثرة ، عندما يكون القمر نفسه فى حالة خسوف . ويحدث هذا عندما يتحرك القمر خلال ظل الأرض . وفى ذلك الوقت ، يختفى القمر تقريبا ، ويترك فقط خطوط واهنة . وحيث لا يصله ضوء الشمس ، فنحن نراه فقط من خلال ضوء الأرض المنعكس الضعيف .

الأقمار الأربعة أو توابع المشترى ، أكبر كواكب المجموعة الشمسية ، تحدث لها الخسوف بنفس الطريقة ، من خلال المرور بظل المشترى • وعندما يرصدوا من الأرض ، يختفى كل تابع وراء المشترى ولا يظهر مرة أخرى الى أن يظهر من الجانب الآخر : بعد ذلك يظهر التابع كبقعة مظلمة صغيرة ، تتحرك عبر وجه المشترى •

مساعدة الفلك :

كل هذا يجعل فترة الكسوف ذات أهمية خاصة بالنسبة للفلكيين ، حيث يمكنهم هذا الحدث من أجراء أرصادا معينة • حيث تمكن فترات الكسوف من دراسة الأجزاء الخارجية من الشمس وكروموسفيره (الغلاف اللونى ـ الطبقة الغازية فوق الغلاف الضوئى للشمس) • ويمكن اجراء دراسات أيضا على الاكليل (هالة غازية حول الشمس بدءا من الكروموسفير متضائلة نحو الفضاء) ، وفى الحقيقة ، فأثناء الكسوف الذى حدث عام ١٩٦٨ ، وجد أن الاكليل يحتوى على غاز الهيليوم • وتمكن فترات الكسوف أيضا من تصوير النجوم • والبعض منها القريب من الشمس لايمكن تصويرها بنجاح الا أثناء هذه الفترات •

منذ عام ١٩٣١ ، عندما استخدم الفلكى الفرنسى برنارد لايوت (Berrard Lyot) اختراعه لأول مرة ، الكرنوجراف

(مرسام الاكليل ــ مقراب كاسر لمراقبة اكليل الشمس) ، أصبح من الممكن دراسة اكليل الشمس فى أوقات غير وقت الكسوف. ومع ذلك ، فلاجراء الأرصـــاد الأخرى ، يجب أن يكون القمر موجودا فيها نخلق حائل على الشمس كما هو الحـــال بالنسبة للكسوف . والا ، فان الشمس الشديدة اللمعان ، وسطوعهـــا العظيم جدا فى السماء لا يمكن من اجراء الرصد .

لذا ففى حين كان الأسلاف يخشون من ظلمة الكسوف ، يحاول الناس فى هذه الأيام ترقب تلك الدقائق القليلة من الظلمة فى ســماء النهار .

لـــماذا يعلو ويهبط البحر ؟

فى صباح أحد أيام شتاء عام ١٩٥٣ ، استيقظ سكان هولندا على مشاهد دمار • فقد أصبحت مناطق شاسعة من الريف الهولندى الرائــع الجمــال جميعها تحت المــاء • وباتت الحقول الفسيحــة الممتدة ، التى تنمو فوقها الملايين من أزهار الربيع الجميلة مهجورة تماما ـ بسبب الرياح العاصفة القوية والمد الربيعى غير المتوقع ، الذى رفع منسوب بحر الشمال (مساحته ٢٢٠٠٠٠ ميل مربع ، ومتوسط عمقه بالأقدام ٣٠٨) ، ثلاثة أمتار عن منســوبه المعتاد • فقد وصلت هناك قوة البحر ومده الدوار الى اسوا حالاته •

ومع ذلك ، فان للمد والجزر (ارتفاع ماء البحر « مدا » وانخفاضه فى الجهــة المقابلة « جزرا » بفعــل جــذب القمر والشمس) فوائده أيضا • فهو يعمل كالساعة بالنسبة للصيادين حول العالم ، الذين يحتاجون للمــاء العالى لمغــادرة ودخول الميناء • وتعتمد الموانىء البحرية الكبيرة على ارتفاع وانخفاض المــاء لتصريف قنوات الشحن الرئيسية ، وجعلها عميقة بقدر كاف للسفن الكبيرة من أجل دخولها وخروجها • وهم يحتاجونه أيضا من أجل التقاط نفايات المواد العائمــة بالقرب من خط

الساحل ، ونقلها الى المياه العميقة حيث تغوص الى قــاع البحر دون أن تسبب ضرر •

تتقدم البحار وتتقهقر مرتان فى اليوم نحو سواحل المحيط، تاركة خطا رفيعا من حطــام سفينة أو حمولتها الطافية على المــاء عند المد العالى ، وخط من الأعشاب البحرية الغنية الخضراء عند الجزر •

يوم للداخل ويوم للخارج ، هكذا يستمر العلو والهبوط، وبالرغم من أنها عملية متوقعة الا أنها غامضــة فى نفس الوقت• ففى احدى فترات اليوم يكون البحر منحسرا ، منحسرا جدا ، حيث يترك مساحة شاشعة مكشوفة من الشاطىء • ولكن عندما نعود الى نفس المشهد بعد ساعات قليلة ، سنجد أن المــاء قد غمر الأقدام فى موجة المد •

ما الذى يؤدى الى هذه الحركة المستمرة ؟

ان الاجابة تكمن فى تأثير قوة جاذبية القمر والشمس على الأرض •

فعلى الرغم من أن هذه القوى تؤثر على كل شىء فى العالم، الا أن تأثيرها لا يمكن ملاحظته على الأجسام الصلبة • ولمــا كانت مياه المحيطات حرة الحركة ، فهى تتأثر بشكل ملحوظ • وتعرف هذه التأثيرات بعمليات المد والجزر •

والقمر كما هو معروف أصغر حجما من الشمس ، ولمـا كان قريبا من الأرض ، فتأثيره عليها أكبر من تأثير الشمس • ففى جـانب الأرض الأقرب للقمر ، تنجـذب مياه المحيطـات (والبحيرات الكبرى) بفعل جاذبية القمر نحوه • وعلى ذلك يوجد بروز (انتفاخ) للمـاء ـ مد ـ مواجها القمر ، ويتحرك هذا المد حول الأرض أثناء دورة القمر حول الأرض •

ومع ذلك ، فليست الجاذبية هى القوة الوحيدة المؤثرة بين الأرض والقمر • فلو كان الأمر كذلك ، فكنا سنجد فى النهاية أن القمر والأرض قد انجذبا لبعضهما ، وتحطما بشـكل مدمر • الا أن هنـاك قوة أخرى تعمل على جعلهما متباعدين •

تلك القوة ، هى قوة الطرد • وهى القوة التى تجعل حبلا يتأرجح نحو الخـارج ، عندما تديره فوق رأسك وأنت ممسكا بأحد طرفيه ، أو القوة التى تدفعك للخارج عندما تمسـك بيد صديق لك محاولا أن تلفه حولك مرات ومرات وأنت واقف فى مكانك (لعبة شـد الحبل) • فالأرض والقمر يدوران حول بعضهما بنفس هذه الطريقة تماما ـ على الرغم من أنها أشـبه بالدوران حول نفسـك مع أخيك الصغير ، لأن حجم القمر أصغر كثيرا من حجم الأرض •

وكما نعرف ، فالقمر لا يهوى من السماء ، مرتطما بالأرض• لأن قوة الطرد تعـادل قوة الجذب بين الأرض والقمر • ولذا

فانحسار فى المـاء فى جانب الأرض المعاكس لوجه القمر يكون انحسارا كبيرا ، تماما مثل المد فى الجانب المواجه للقمر . هذا الجزر هو المـاء المنحسر بفعل قوة الطرد .

تحدث فترات الجزر (انحسار المـاء) فى مناطق الأرض المتعامدة على اتجاه القمر . وهى المناطق التى يسحب منها المـاء ليكون عاليا (مدا) فى الأجزاء المواجهة لسطح القمر .

يدور القمر حول الأرض مرة كل ٢٤ ساعة وخمسون دقيقة، ويجذب اليه المد والجذر . لذلك ، تحدث فترات المد بصفة عامة مرة كل ١٢ ساعة وخمسة وعشرون دقيقة — أو مرتان فى اليوم تقريبا .

المد والجزر الذى تسببه الشمس :

يعتبر تأثير المد والجزر الذى تحدثه الشمس ، حوالى نصف ما يحدثه القمر . ومع ذلك ، فهى تجذب اليها المحيطات بنفس الطريقة تماما . فعندما يكون جذب القمر والشمس فى نفس الاتجاه ، تكون النتيجة مدا عاليا بشكل واضح — وجزرا منخفضا بشكل واضح . هذه الموجات من المد العالى والجزر المنحسر المتطرفة تسمى بالمد الأعلى أو الجزر الأعلى (spring tide) (وهو المد الذى يحدث فى أول الشهر القمرى ومنتصفه) ، ويبلغ طول الشهر القمرى ٢٧ يوما

وثلث تقريبا ، وهى الفترة التى يقضيها القمر ليقوم بدورة كاملة حول الأرض •

وعندما يكون جذب الشمس والقمر متعامدان على بعضهما (أى أن القمر والشمس والأرض لا يكونون خطا مستقيما ، بل زاوية قائمة ويكون القمر مركز القائمة) ، فتكون النتيجة مد وجزر قليل غير معتاد • وتسمى هذه الفترات بالمد التربيعى (neap tide) ، وهذا المد التربيعى يحدث مرتان أيضا خلال الشهر القمرى ـ فى منتصف الفترة تماما بين مدان أعلتين متعاقبين •

واذا كان العالم فى نعومة كرة البليارد ، بلا يابسة ومغطى تماما بالبحر ، فان المد والجزر حينئذ سيحدث بشكل منتظم ، ويكون بنفس المقدار فى كل الكوكب • لكنه فى حقيقة الأمر ، ان المد والجزر يتغير بشكل كبير من مكان لآخر • فالمحيط الأطلنطى له فترتان من المد والجزر يوميا ، فى حين أنه فى بعض جزر المحيط الباسيفيكى (الهادى) لها فترتان مد يوميا مع فترة جزر قصيرة جدا بينهما ، وبعد ذلك فترة جزر واحدة قوية • ففى جزيرة سانت ميشيل وفى ألاسكا ، تحدث فترة مد واحدة يوميا ، ارتفاع بطىء وهبوط كل ٢٤ ساعة •

ويكون من الصعب فى البحار الأخرى ملاحظة تأثير المد والجزر • وعندما وصل يوليوس قيصر الى بريطانيا ، كان

مندهشا لرؤية المد والجزر التى كانت تعتبر ظاهرة مألوفة • فالبحر المتوسط الذى تطل عليه ايطاليا ، يعتبر من الناحية العملية خاليا من المد والجزر •

السبب فى كل هذا التغير ، هو شكل وحجم وعمق المحيطات • وعلى الرغم من أن القمر والشمس تعتبران من القوى الرئيسية التى تسبب المد والجزر ، الا أنهما بمجرد أن يتحركا ، يندلق الماء هنا وهناك فى البحار بطريقة مشابهة تماما للماء الموجود فى حوض استحمام ضخم • وكل بحر أو محيط له ذبذبته الطبيعية التى يترقرق حولها الماء اذا ترك حرا — مثلما تتذبذب الطبلة بذبذبتها الطبيعية عندما تقرع • وعندما تناظر الذبذبة الطبيعية تقريبا جذب القمر ، توجد فترتان مد كبيرتان يوميا منتظمتان • وعندما تكون الذبذبة الطبيعية مختلفة فان المد والجزر يأتى فى فترات مختلفة ويعتبر بصفة عامة أصغر •

تخيل تأرجح أرجوحة ، فاذا دفعتها فى الاتجاه الذى تتأرجح فيه ، فان أرجحها يكون عاليا ، واذا دفعتها فى الاتجاه المعاكس ، فان أرجحتها تكون صغيرة • وتعمل موجات المد والجزر بنفس الطريقة •

تحدث تأثيرات قوية عندما تتدفق موجة مد نحو خليج ضيق أو مصب نهر ، عندما تأتى من بحر مفتوح • ففى خليج

فاندى ، خارج نوفاسكوشيا ، على سبيل المثال ، يصل الفرق بين المد والجزر ١٦ مترا • حيث تضطرب موجة مد أطلنطيــة قوية الى الغور العميق من الخليج ، حيث تزداد فى الارتفــاع كلما ضاق الخليج • وتكون هذه الموجة قوية داخل نهر سانت جون ، لدرجة أن مياه البحر تشكل شلالا ذو وجهين ، عندما تبرز من فوق الصخور •

ويوجد مشهد منعم بالحيوية ، يحدث بسبب المد ، يمكن رؤيته خارج جزر لوفوتن فى النرويج • ففى هــذه المنطقة تحول القنوات الموجودة بين الجزر موجات المد السريعة الحــركة الى جداول دوامية عنيفة ، تسمى بالدردور الهائل أو الدوامة •

موجات المد العنيفة المفاجئة :

وفى بريطانيا ، ربما يحدث المشهد الأكثر اثارة لتأثير المد عند مصب نهر سيفرين الذى يمر بمنتصف ويلز ويصب فى قناة برستل • فهنا تلتقى موجة المد القادمة من الميــاه الضحلة للنهر فى مساحة محصورة من مصب النهر ، لتحدث موجة مد عنيفة مفاجئة ـــ جبهة عاتية من المــاء شبيهة بالحائط ، تندفع عاليــا نحو النهر • وتحدث موجات المد العالية المفاجئة أيضا فى نهر ترنت (فى بريطانيا) ، حيث تسمى هناك بالايجرز (ارتفاع المد بشــكل مفاجىء وعنيف) ، وفى نهر الســين بفرنسا تســمى

ـ (Mascarets) بينما تسمى فى نهر الأمازون

ـ (Pororocas) •

وأكثر التأثيرات المد اثارة ــ وخطورة ــ فى كل هذه جميعا ، ليست تأثير مد بالمعنى المحدد ، على الرغم من أن اسمه يوحى بذلك • فالموجات المدية (التى تعرف أيضا باسمها اليابانى ــ توسنامى ــ هى فى حقيقة الأمر ، تحدث نتيجة الزلازل تحت البحر (seaquakes) أو أعاصير عنيفة فى أعماق البحر •

ومن المتوقع أن تستخدم فى المستقبل حركات المد والجزر فى حل مشاكل نقص الطاقة التى يواجهها العالم • فاستخدام قوى البحر ليست بالأمر السهل ، لكنه فى مواقع معينة ، يمكن احتجاز حركات المد خلف السدود ، واستخدام المياه بعد ذلك فى تشغيل التوربينات لتوليد الكهربا • يقول المثل القديم : « الزمن والمد لا ينتظران الانسان » ، لكن ربما يأتى اليوم الذى يستطيع فيه الانسان أن يتعلم كيف يستفيد من قوى المد ، تلك الطاقة الوفيرة غير المتوقفة ، التى تتراكم كل يوم أمام شواطىء العالم •

هل تغير الرياح شـكل الصخور ؟

ابو الهول العظيم الذى يقف شامخـا فى صمت بين الصحـارى المصرية ، يبدو اليوم تمثالا مختلفا عن ذلك التمثـال الذى اقامه الفراعنة منذ قديم الزمان • فعندما اقامه الفراعنـة لأول مرة كان يبدو أكثر اثارة وروعة عن هـذه الأيام • فعلى مدى قرون عديدة بليت الرياح ملامحه التى كانت ذات يوم ملامح حادة •

فلم يكن التأثير السيىء الذى شـوه أبو الهول ، نتيجة فعل انسان همجى ، أو تأثير كيميائى للمـاء أو الحمض • لقد كان العامل المسئول عن هـذا التأثير السيىء هو الرياح •

ولكن كيف يمكن لصخر صلب ان يتأثر بشىء ضعيف كالرياح ؟

ان العملية تشبه تماما ذلك العمل الذى يقوم به صـانع آلات موسيقية ماهر ، عندما ينعم ويشكل قثارة من صنع يديه• فحبيبات الرمل التى تذروها الرياح ، تؤثر بنفس الطريقة التى تؤثر بها الصنفرة التى يستخدمها صـانع الآلات الموسيقيـة المـاهر •

فتأثير البرى بفعل الرمال الذى يستمر سنة بعد أخرى ، يمكن أن يخلق أشكالا رائعة ، وأنماط غير مألوفة . ففى الوادى الخالد فى يوتاه بالولايات المتحدة ، على سبيل المثال ، أحدثت ملايين السنين من التعرية بالرياح ، أعمدة خارقة للطبيعة من الأحجار الرملية الحمراء ، التى يصل ارتفاعها الى ٣٠٠ مترا .

فالتعرية بواسطة الرياح تحدث فى كل مكان — طالما كانت رياح تهب . لكنها تبدو أكثر وضوحا فى المناطق الصحراوية الجافة . وفى أماكن أخرى ، تكون التعرية بواسطة الماء أكثر تأثيرا مما تحدثه الرياح ، كما تتوقع بطبيعة الحال .

فكلما كانت الرياح قوية ، كان احتمال التعرية أو البلى أكبر فى الحدوث ، وتعتبر المناطق الصحزاوية ، ذات شهرة رديئة بسبب رياحها المغيرة الجافة الشديدة . وعلى سبيل المثال ، توجد فى أمريكا الشمالية الرياح الشمالية الباردة التى تسمى الهارماتان (رياح محملة بالغبار) ، تستطيع حجب الرؤية عن الريف لمئات الكيلو مترات بالغبار الخانق ، ويمكنها أن تمنع الطائرات من الهبوط . وكذلك الحال بالنسبة لتأثير رياح السيروكو (وهى الرياح الجافة المثقلة بالغبار التى تهب من شمالى أفريقيا عبر المتوسط وأوروبا الجنوبية) .

وتحدث أحيانا بعض أعمدة الهواء سريعة الدوران ، وهى غبار شيطانى عنيف، على وجه الخصوص . ففى شمال السودان،

يفزع المسافرون غالبا عند رؤية هـذه العواصف الترابية • ولكن حتى ان لم يهب هـذا الغبار الشيطانى ، فالصحراء تعصف على الدوام بالرياح من أى نوع •

تحرك هذه الرياح حبيبات الرمال (حبيبات يصـل قطرها الى نصف المليمتر) من خلال ثلاث عمليات • الأولى ، هنـاك الرمل الذى يحمل الى الهواء بواسـطة « التعليق » ، حيث اصطلح على تسميته بذلك الاسم • وبعد ذلك تتحرك بعض الرمال على الأرض بما يسمى « بالزحف السطحى » ، وأخيرا هناك « الوثب » أو « الرقص » (slatation) •

واللفظة (saltation) ليس لها علاقة بكلمـة (salt) بمعنى مـلح • وبدلا من ذلك ، فتعنى كلمـة « الوثب » • وهذا ما يحدث بالضبط عندما تهتز حبيبات الرمل الرفيعة خلال مسارها • ويمتص الرمل فى الهواء بواسطة فعل ريحـا قوية ، فترتفع الحبيبات بسرعة وتصـل الى سرعات عالية نسبيا ــ بضعة أمتار فى الثانية الواحدة ــ قبل أن تسقط على الأرض • وتظل حبيبات الرمل الناعمة فترة طويلة محمولة فى الجو ، فى حين أن الحبيبات ذات القطر الأكبر تسقط بسرعة • وعندما تسقط هـذه الحبيبات الى الأرض تصطدم بهـا وتثير بعض الحبيبات الأخرى الواقعة على الأرض ، ولذلك تصبح بدورها مدفوعة بواسـطة الرياح • وعلى ذلك تنشـأ حركة مستمرة

بواسطة الحبيبات التى تسقط على الأرض وتثير حبيبات أخرى للصعود للجو .

ويصبح من السهل فى المناطق الصحراوية ، التعرف على المكان الذى تأتى منه هذه الرمال . فهى تندفع من الأرض بخفة. لكن هذه هى نصف الاجابة فقط — فمن أين تأتى الرمال الموجودة على الأرض بادىء ذى بدء ؟

تأتى معظم هذه الرمال نتيجة تفتيت الصخور الكبيرة . بينما تتكون الحبيبات الصغيرة أساسا من الاختلاف الشديد فى درجات الحرارة السائدة فى معظم المناطق الصحراوية . ففى أثناء النهار يكون الطقس حارا ، وفى الليل يصير الطقس شديد البرودة . وبتغير درجة الحرارة ، تحدث عمليات التمدد والانكماش للصخر على التوالى ، وبعد سنوات عدة يتشقق الصخر فى النهاية . وبواسطة تأثير الغبار المحمول جوا تتكسر الصخور بالجملة .

ومن خلال دراسة الأشكال الناتجة ، وأنماط الرياح التى تهب فى المناطق الجافة ، استطاع العلماء أن يكتشفوا أن تعرية الرياح تعمل بطريقتين . أولهما ما يسمى بالتفريغ (deflation) — رفع وحمل حبيبات الرمل — التى غالبا ما تخلف وراء مساحات كبيرة مغطاة بالزلط والحصى ، بحيث يصبح من الصعب أن ترفعها الرياح لكبر حجمها .

سفع الرمل الطبيعى :

النوع الثانى من التعرية يسمى بالسفع (abrásion) ويحدث بشكل طبيعى خلال المتر الأول أو نحو ذلك من سطح الأرض ، حيث ترتفع الرمال من الأرض بالوثب (saltation) ويعمل الرمل الذى تحمله الرياح ، بطريقة مشابهة لطريقة الصنفرة المستخدمة لتنظيف المبانى القديمة ، فينحت ما تحت الصخور ، ويأتى بأنماط وأشكال مصقولة ، تبدو وكأنها شكلت بواسطة نحات حجر عملاق .

ويتكون نتيجة هذه العمليات منظرا طبيعيا رائعا ، مثل ذلك المنظر الطبيعى الموجود فى برايس ناشونال بارك فى يوتاه بالولايات المتحدة ، بتماثيله الغريبة المنحوتة من الأحجار الرملية والجيرية . وفى كل مكان آخر فى أمريكا ، سواء فى تكساس أو أريزونا — موطن الكاوبوى — يمكن مشاهدة تكوينات الصخور المدلاة التي شكلتها الرياح .

تحتاج الرياح لآلاف السنين حتى تستطيع أن تعرى طبقات من صخر عملاق . ومع ذلك فهى تستطيع أن تشكل المنظر بصورة سريعة جدا فى المناطق الرملية ، عن طريق هبوب الرمال فى الكثبان الرملية دائمة الحركة .

ففى هذه الصحارى ، حيث تهب الرياح عادة فى اتجاه واحد ، ولا تغطى الرمال سطح الأرض كلها ، فان أكثر أشكال

الكثبان المألوفة هى الكثبان الهلالية أو البرشان . فالانحدارات الخفيفة المتموجة هى التى تواجه الرياح ، أما الحواف الجانبية فتكون شديدة الانحدار الذى تسقط أسفله الرمال بعد أن تكون قد هبت للخلف بفعل الرياح . ومع استمرار سقوط الرمال على الحافة ، تتحرك الكثبان كلها للأمام . يوم هنا ، ويوم هناك . وعندما تصل هذه البرشمانات الى أقصاها ، يمكن أن يصل طولها الى أربعمائة مترا وارتفاعها ثلاثون مترا .

عندما تهب الرياح فى جميع الاتجاهات فى الصحراء ، تشكل نوعا آخر من الكثبان ، الذى يتخذ شكل موجة طويلة مستقيمة ـ كثبان السيف (self) . وتكون هذه الكثبان عادة محدودة الاتساع ، فى حين يمكن أن يمتد عرضها بضعة مئات من الأمتار .

وتعتبر الكثبان الرملية من نوع السيف ، أكثر ثباتا من كثبان البرشان . وفى اقليم كرفدان ، يقوم المزارعون باقتلاعها هناك . ويمكن أن تمتد الى مساحات شاسعة ، يبلغ طوله مئات من الكيلو مترات وارتفاعها مائة وخمسون مترا .

والطريقة التى تكون بها الرياح كثبان السيف غير مفهومة تماما . هل تتكون من خلال فعل عاصفتان لولبيتان تتفاعلان مع بعضهما فى حركة متناغمة ؟ أو أنها تكونت من الرياح التى تهب

فى عدة اتجاهات ، وتكون المحصله نظاما معقدا من الريـاح المتعـامدة .

وبالطبع ليست الرياح هى الوحيـدة التى تهب فى المناطق الصحراوية . وليست هى الوحيدة الموجودة هناك التى تحمل الحبيبات المحمولة بالرياح . ففى كل مكان توجد ذرات دقيقـة من الأجسام الصلبة تسبح على الدوام بفعل الرياح ، كما نعرف جميعا عندما تطرف أحد عيوننا .

وحيثما وجد المـاء فالنباتات تدق جذورها فى التربة ، وتعمل على تماسـك حبيبات التربة ببعضها ، بحيث لا يمكنهـا أن تهب بعيدا ، ولا تذروها رياح التعرية .

ومع ذلك ، فأعمال الحرث غير الواعى فى أراضى العشب الجافة ، يمكن أن يزيل النباتات التى تثبت التربة ، ويمكن أن تهب حبيبات التربة الى مناطق بعيدة فى سهولة تامة . وهـذا ما حدث فى أوكلاهما بالولايات المتحدة فى فترة الثلاثينيات ، الذى نتج عنه منطقة سيئة السمعة من كثرة الجفاف والعواصف الغبارية ــ فتكونت صحراء فى منطقة خصبة . فمن غير المـألوف تماما ، تجاهل قوى تعرية الرياح .

أين اكتشفت معظم الحفريات ؟

أمدت دراسة الصخور العلماء بقدر كبير من المعرفة عن تاريخ الأرض قبل وبعد نشأة صور الحياة المختلفة فوق سطحها وداخل بحارها .

وفى الحقيقة ، تعتبر الأرض نفسها أقدم من أقدم الصخور، وأقدم الصخور تعتبر أقدم من صور الحياة الأولى .

ومع ذلك ، فصور الحياة بأى عدد ، بدأت منذ ستة ملايين سنة ، فى عهد الحياة الأول ، الذى يعرف بالدهر الباليوزوى ، حيث اكتشفت فى صخور هذا الدهر الحفريات الأولية .

وقد وجدت كل الحفريات تقريبا فى الصخور الرسوبية . وتكون الصخر الرسوبى (عندما لم يكن البحر يغطى الصخر) ، من انشقاقه بفعل الرياح ، والمطر والثلج ، وحملت الرياح أو المياه بدورها الجزيئات الناتجة الى أماكن بعيدة . وعندما يتوقف تدفق نهر لأى سبب من الأسباب الطبيعية ، ترسب الجزيئات الكبيرة وتحمل الجزيئات الصغيرة مع التيار ، وعلى

مدى قرون ، تلتحم الجزيئات المتشابهة الحجم ببعضها ويتكون منها الصخر الرسوبى .

ومع ذلك ، فالتغييرات التى تحدث فى الطقس أو فى منسوب المياه ، التى تكون فيها الصخر الرسوبى ، تغير من حجم ولون الجزيئات . وتكون النتيجة طبقات متعددة — وهى ظاهرة غالبا ما نراها فى سفح الصخور .

وتقدم لنا الحفريات الوسيلة الوحيدة لدراسة صور الحياة الأولى ، لذا فمن الضرورى هنا أن نعطى فكرة عن ماهية الحفريات ، وكيف جاءت الى الصخر الذى اكتشفت فيه الحفرية .

عندما كان العالم فى بداية نشأته ، كان وقتا عصيبا لكل صور الحياة . فالزلازل والعواصف الشديدة والتغيرات العنيفة فى المناخ ، كانت جميعها تقصر صور الحياة على الدوام وقد كانت تقع الكوارث فجأة . فكتل الطين والرمال وبقايا الأسماك المدفونة ، والحيوانات والحشرات والنباتات والأشجار . المزيد والمزيد من المواد بما فيها الصخور ، سرعان ما تكونت فوق مقبرة مائية رخوة . وولد تراكم المواد ضغطا ، جعل من الحطام المحيط بالأشياء المدفونة يتصلب .

عملية الاستحجار (Fossilisation) :

فى داخل تابوت الصخر الطبيعى ، بدأت تتحلل المواد التى كانت حية فى يوم من الأيام . فـذرات السيليكا الدقيقـة ، تسربت داخل الفجوات المتروكة ، محولة اياها الى نسخة مطابقة من الحجر الصلد للمحـار والديدان والحشرات وأوراق الشجر وحتى الحيوانات الكبيرة . ان الذى حـدث هو أن عمليـة الاستحجار قد تمت .

ومع ذلك ، هناك عددا من الأنواع المختلفة من الحفريات. وسوف نصف البعض منها الآن .

أولا ــ هناك جسم الحفرية . ويعتبر هـذا شىء مثير ، حيث تبين لنا أجزاء من حيوان يختلف اختلافا طفيفا عن مثيله فى الحياة الحقيقية .

فقد يغرق الحيوان أو ينجرف نحو مصب نهر من خـلال جريان المـاء السريع . وعندما تأخذ المياه فى التباطؤ شيئا فشيئا، يسقط جسم الحيوان الثقيل فى طمى القاع ، ويتراكم فوقـه المزيد من الطمى الى أن يدفن تماما . ومع ذلك ، تتآكل الأجزاء الرقيقة من جسم الحيوان الى أن تبقى منه الأجزاء الصلبـة

فقط (هيكله العظمى) • وعندما تطمر الأجزاء الصلبة تصبح محمية ، وعندما تحدث لها التغيرات الكيميائية تكون عملية الاستحجار قد تمت •

ثانيا — هناك قالب الحفرية • ذلك الجسم الذى دفن داخل الطمى وتحجرت حوله • حيث تتدخل قطرات الماء داخل شقوق الصخر ، وتحلل الأشياء المدفونة ، ولا تترك وراءها سوى أشكالها • هذا الشكل الذى يستخدم كقالب ، يعطينا صورة الجسم الأصلى بتفاصيل واضحة تماما •

ثالثا — الشكل الحفرى • وهذا هو التكوين الطبيعى لأى حفرية متكونة من قالب الحفرية •

رابعا — هناك الشكل الداخلى • فالصدفة قد تملأ بالطين قبل أن تختفى • ويتصلد هذا الطين بعد ذلك ويظل كنسخة مطابقة سليمة للصدفة الأصلية •

اكتشاف :

ويتم اكتشاف الحيوانات المتحجرة فى الصخر الرسوبى أحيانا ، عندما يبرز عن منسوب سطح الماء ، نتيجة التغير فى منسوب الأرض أو لحدوث تغير فى منسوب الماء •

ويتفتت الصخر بعد ذلك ، اما بواسطة المـاء أو الانسان، أو عند حفـر محجر أو انشـاء طريق • وكانت أحد هـذه الاكتشافات لحفريتى فيل منقرض ، أثناء عملية تحجير من محجر فى منطقة ايفرلى باسكس بجنوب شرق بريطانيا • والشىء المثير فى هـذا الاكتشاف ، هو أن الحفريات التى اكتشفت ، كانت شبيهة تماما من بعضها بالرغم من أن كل منها ينتمى الى حقبة زمنية مختلفة • وكانت احداهما للمـاموث الصوفى ، من عصر الجليد البلستوسينى ، والأخرى لفيل من الأفيال ذات الأنياب المستقيمة ، من زمن أدفـأ كثيرا ، يرجع الى عدة مئات من السنوات الأخيرة •

ثلاثيات الفصوص المنقرضـة :

ومن بين الحفريات البدائيـة ، توجد حفريات ثلاثيـات الفصوص • فقد كان هناك عدد من أنواع مختلفة من ثلاثيات الفصـوص ــ ومن بينها المفصليـة الشبيهة برأس الفراولة ، والمفصلية الشوكية والمفصلية ذات الرأس الدولفينى •

عاشت ثلاثيات الفصوص منذ قرابة خمسمائة مليون سنة ، زاحفة نحو قاع البحر ، وسابحـة الى السطح لتتغذى على الأعشاب الطافية • وكانت لأجسامها أخدودان من الرأس الى

الذيل ، لذا جعلتها تظهر فى ثلاثة قطاعات . وهـذا يعلل كلمة ثلاثى التى تطلق عليها (ثلاثيات الفصوص) .

وبما أنها مخلوقـات حية ، فقد كان لها أرجـل عديدة أو مجسات . وكان لها أيضا رؤوس صلبة وأجسام مدرعة . والبعض منها أيضـا كانت له عيون واسـعة ـ بالرغم من أن المفصليات التى كانت تسكن داخل الأحجار ، كانت غالبا عمياء .

والأحياء المماثلة فى الشكل للمفصليات هى السرطانات ، ولكن عندما ظهرت السرطانات لم يعد للمفصليات وجود .

ومع ذلك ، فقد تغيرت العديد من المخلوقات البحرية التى عاشت فى المـاضى ، كما كشفت لنا عنها الصخور من خـلال حفرياتهـا ، تغيرا طفيفـا عن الوقت الحـالى . ومن هـذه المخلوقات ، قنديل البحر والديدان ونجم البحر وخيار البحر .

تعتبر الصخور ذات قيمة مهمة بالنسبة للانسان المعاصر . فهى تبين صور الحياة التى نشأت على الأرض فى المـاضى ، وتغيراتها على مدى القرون ـ وربما الشىء الأكثر أهميـة من هؤلاء جميعـا ـ تقدم بعض التفسيرات لمـا قد يحـدث فى المسـتقبل .

الزمن الحاضر العصر الحديث الأقرب والعصر الحديث

منذ ملايين مضت من السنين

منذ ملايين مضت من السنين	الدهر	العصر
٣	الدهر الكينـوزوى	العصر البليوسينى (٩ مليون)
١٢		العصر الميوسينى (١٣ مليون)
٢٥		العصر الأليجوسينى (١٥ مليون)
٤٠		العصر الأيوسينى (٣٠ مليون)
٧٠	العصر الوسيط	العصر الكرتاكوسى (٦٥ مليون)
١٣٥		العصر الجيوراسيكى (٤٥ مليون)
١٨٠		العصر الترياسيكى (٤٥ مليون)
٢٢٥	العصـر القـديم	العصر البرمائى (٤٥ مليون)
٢٧٠		العصر الكربونى (٨٠ مليون)
٣٥٠		العصر الديفونيانى (٥٠ مليون)
٤٠٠		العصر الفضى (٤٤ مليون)
٤٤٠		العصر الأوردفيشى (٦٠ مليون)
٥٠٠		العصر الكمبرى (١٠٠ مليون)
٦٠٠		

يوضح الجدول المقياس الزمنى للعصـــور الحياتيـــة منذ ٦٠٠ مليون ســـنة وحتى وقتنا الحـــالى • وكل من العصـــور فيما عدا فترة العصر الحالى ، قد قسمت الى فترات ، وتوضح أسماء هـــذه الفترات فى الغالب المكان الذى اكتشف فيه الصخر لأول مرة ـــ على سبيل المثال ، العصر الكمبرى ، اكتشف فى ويلز بانجلترا •

كم يبلغ عمر الأرض ؟

فكرة كروية الأرض ، فكرة أوحى بها لأول مرة المفكر الاغريقى فيثاغورث فى القرن السادس قبل الميلاد ، لكن تلك الفكرة لم تتحقق الا منذ سنوات قليلة عندما استطاع الانسان أن ينظر الى الأرض من الفضاء وأن يرى بنفسه كوكب الأرض الذى تلفه السحب .

وان كانت الأرض كروية ــ أو شبه كروية ، فهى فى الحقيقة جسم شبه كروى تقريبا ، مفلطح عند القطبين .

لكننا يجب ألا نبالغ فى هذا التفلطح . فاذا كانت الأرض فى حجم كرة قدم ، ووضعت فوق مائدة أمامك ، فلا يمكنك أن ترى أى تفلطح من أعلاها وأسفلها : فستبدو على أنها كرة سليمة . وبنفس مقياس الرسم ، فان كتل اليابسة العالية مثل جبال الهيمالايا ، سوف لا تكون أكثر من طبقة دهان فوق كرة قدمنا : وسوف تكون أعمق الترنشات الموجودة بالمحيطات ، شروخا غير مرئية تقريبا على سطح الدهان .

ان بنية الأرض تتكون من ثلاث طبقات أساسية . الطبقة

الخارجية ، القشرة ، وهى طبقة رفيعة جدا : يتراوح سمكها ما بين ٣١ كيلو مترا تحت القارات ، الى ٥ كيلو مترات فقط أسفل المحيطات . وأسفل القارات ، تتكون قشرة الأرض من طبقتين من الصخور .

الطبقة العليا ، وتسمى بالسيال ، وتتكون من صخور مثل الجرانيت . وتستقر طبقة السيال على طبقة أكثف من الصخور مثل البازلت ـ السيما . تمتد هذه الطبقة الكثيفة أسفل محيطات الأرض ، وهذا هو السبب فى أن قشرة الأرض رفيعة هناك . ويعتقد الجيولوجيون أن طبقة السيال تطفو فوق الطبقة الأكثر كثافة ، السيما . وقد تصل درجات الحرارة فى عمق القشرة الأرضية الى ٨٧٠ درجة مئوية .

ويوجد تحت القشرة الأرضية طبقة أكثر سمكا تسمى بالدثار (غلاف اللب الأرضى) ، تلك الطبقة التى لن يصل اليها الانسان أبدا ، حتى من خلال أعمال حفره العميقة جدا . وقد وصل ثقب الحفر الى عمق حوالى ثمانية كيلو مترات ، خلال أعمال البحث والتنقيب عن البترول . ويبلغ سمك طبقة الدثار ٢٨٠٠ كيلو مترا ، وتشكل حوالى ثلاث أرباع سمك الأرض . وتتكون هذه الطبقة من صخور صلبة ، عند درجات حرارة تتراوح ما بين ٨٧٠ درجة مئوية بالقرب من القشرة الى ما يزيد على ٢٢٠٠ درجة مئوية عند أقصى أعماقها .

ويقع أسفل طبقة الدثار ، لب الأرض وهو كرة ضخمة ، تتكون من حديد منصهر تحت ضغط هائل ــ ربما يصل الى ٢٠٠ طن على البوصة المربعة • وهذا اللب المركزى ، هو مركز المجال المغناطيسى للأرض ، حيث يولد الحديد السائل بداخله كهربته الخاصة •

ولا يعرف سوى القليل جدا عن ذلك اللب الغامض ، والطريقة الوحيدة التى يستطيع العلماء الحصول منها على معلومات عن مركز الأرض ، هى من خلال دراسة موجات الزلازل التى تنتقل عبر كوكبنا •

طبقات الأرض :

ان تاريخ الأرض محفوظ بين الصخور تحت أقدامنا • فعلى مدى ملايين تلو ملايين من السنين ، تشكل الصخر الذى تتكون منه قشرة الأرض وأعيد تشكيله مرة أخرى • ونجم عن هذا التغير الدائم ، طبقات من الصخر تسمى بالاستراتا (أى الطبقات) التى غالبا ما نراها فى وجه الجروف الصخرية ــ عبارة عن طبقات من الصخور ذات أعمار مختلفة ، أقدمها فى قاع الصخر وأحدثها فى قمة الصخر •

تحمل طبقات الصخر العديد من الحقائق ، التى يمكن أن تعطى الجيولوجيون فكرة عن ماضى الأرض فى المنطقة التى يجرى دراستها ــ حقائق مثل المواد الكيميائية التى تتكون منها

الصخور فى كل طبقة ، والحفريات الموجودة فى الطبقات ، وسمك الطبقات نفسها • فلا توجد شريحتان من طبقة القشرة الصلبة متماثلتان تمام التماثل •

وقد اكتشف الجيولوجيون من خلال دراسة طبقات الصخر المتعاقبة ، أن الحيـــاة قد بدأت بأشكال بسيطة رخوة ، كانت باعثة على المزيد والأكبر من النباتات والحيوانات المعقدة • فى حين تمت التكوينات البسيطة للحياة فى وقت متأخر تماما من تاريخ الأرض • ويعتقد العلمـــاء أن عمر الأرض يبلغ حـــوالى ٤٦٠٠ مليون سنة ، وحوالى نصف ذلك الزمن قد مر قبل ظهور الحيوانات الأولى فى البحار •

فخلال الثمانين مليون سنة للعصر الكربونى ، التى بدأت منذ حوالى ٣٠٠ مليون سنة ، نتجت عروق هائلة من الفحم ، تكونت من بقايا النباتات المتعطنة والمنضغطة ، وعندما تكون الفحم ، لم تكن الديناصورات قد ظهرت فوق سطح الأرض • فلم تتطور الا فى العصـــور الترياسية ، منذ حوالى ٢٢٥ مليون سنة ، وقد انقرضت منذ فترة طويلة جدا ، قبل أن تظهر أسلاف الانسان الشبيهة بالقرد على وجه الأرض •

نشـــأة كوكبنـــا :

وحتى اليوم لا يستطيع أحدا أن يجزم تماما ، كيف نشأت الأرض • فمنذ فجر التاريخ وضـــع الناس نظريات عن نشـــأة

الأرض • لكنه فى ضوء المعلومات الأخيرة ، تبرهن الاحتمالات على أن الأرض قد نشأت منذ بلايين السنيين من سحب غازية وغبار كونى يدوران بسرعة حول الشمس ، التى كانت فى ذلك الحين نجما وليدا • ويحتمل أن تكون تأثيرات الكهربية الاستاتيكية ، وبعد ذلك الجاذبية ، ساعدت على تجميع جزيئات الغبار مع بعضها ، وبالتدريج استطاعت أن تكون جسما كبيرا هو الأرض • والحرارة التى نشأت نتيجة تكون الأرض ، كونت قشرة حول الأرض ، منذ حوالى ٣٩٠٠ مليون سنة تقريبا — وقد اعتبر هذا التاريخ ، بداية التاريخ الجيولوجى للأرض •

ساعة التوقيت على العالم :

اذا كثفت فترة وجود العالم الى اثنى عشر ساعة على ساعة الحائط (منبه) ، فسوف يتبين أن معظم الأحداث التى ساهمت فى ظهور الوقت الحاضر ، قد حدثت فى الخمسمائة مليون سنة الأخيرة ، أو الساعة الأخيرة فى ساعة الحائط والأرقام المعطاة هى بطبيعة الحال ، أرقاما تقريبية •

١ — منذ ٤٦٠٠ مليون سنة : يعتقد العديد من العلماء ان الأرض قد نشأت منذ هذا الزمن •

٢ — منذ ٣٩٠٠ مليون سنة : تكونت الصخور القديمة التى اكتشفت على سطح الأرض اليوم فى هذه

الفترة ، وكان لايزال الغلاف الجوى فى مرحلة تكونه .

٣ ـ منذ ٣٣٠٠ مليون سنة : تكونت الحياة النباتية الوحيدة الخلية البدائية .

٤ ـ منذ ٣٠٠٠ مليون سنة : يعتقد أن الصخور الخارجية فى هيبردز باسكتلندا ، قد تكونت منذ تلك الفترة، والتى تعرف بالصخر اللويزيانى .

٥ ـ منذ ٢٥٠٠ سنة : ظهرت حياة الحيوانات وحيدة الخليه فى البحار .

٦ ـ منذ ١٦٠٠ ـ ١٨٠٠ مليون سنة : نشأ الوادى الضيق العظيم فى ولاية كلوراده بأمريكا .

٧ ـ منذ ٦٩٠ مليون سنة : نشأت الاسفنجيات وقناديل البحر والمرجان .

٨ ـ منذ ٥٧٠ مليون سنة : ظهر غلاف جوى للأرض مشابه لما هو موجود حاليا .

٩ ـ منذ ٤٧٠ مليون سنه : ظهرت الأسماك البدائية .

١٠ـ منذ ٤٣٥ مليون سنة : ظهرت أسماك القرش والشفنين .

اذا رغبنا فى التعرف على التفصيلات الايضاحية لتطور الحياة خلال هذه الساعة الأخيرة ـ التى تعتبر بالنسبة لنا ، المرحلة الأكثر أهمية فى نشوء الأرض ـ ولذا فعلينا أن تتبع عقرب الدقائق فى الساعة .

١ ـ الانسان الحديث (الانسان بوصفه كائنا بيولوجيا)، قد وجد على ظهر الأرض ، منذ حوالى ٤٠٠٠٠ سنة أو ما يمثل بالنصف الثانية الأخيرة من مقياسنا الزمنى ، الذى يبين الزمن بالدقائق (الحلقة الخارجية) والثوانى فى الحلقة الداخلية . ويعتبر هذا زمنا قصيرا جدا بالنسبة لنشوء كوكب الأرض. حيث يعود التاريخ الذى تقع فيهالحضارات الأولى، كالحضارة المصرية القديمة الى ٦٠٠٠ عام فقط ، الذى يعتبر جزءا من الثمانية عشرة جزءا من الثانية الأخيرة من ثوانى مقياس زمن ساعة الحائط .

٢ ـ منذ ٣٠ مليون سنة : ظهر الكنغر ، القندس ، وحيد القرن ، الأيل ، ونشأت فى جبال الهيمالايا .

٣ ـ منذ ٤٠ مليون سنة : ظهور الرئيسيات البدائية .

٤ ـ منذ ٥٠ مليون سنة : ظهرت الأرانب القوارض ، الفقمة ، والحيتان .

٥ ــ منذ ٦٥ مليون سنة : عصر الديناصور ينتهى . بدء تكون جبال روكى فى أمريكا الشمالية .

٦ ــ منذ ١٠٠ مليون سنة : بدء ظهور الحيوانات ذات الجراب (الحيوانات التى بها جيوب لصغارها) .

٧ ــ منذ ١٤٠ مليون سنة : بدأ يتشكل جنوب المحيط الأطلنطى .

٨ ــ منذ ١٨٠ مليون سنة : بدأت اليابسة فى الانفصال الى قارات .

٩ ــ منذ ١٩٥ مليون سنة : ظهرت الثدييات الأولى وظهرت الطيور ، جنبا الى جنب مع الديناصورات .

١٠ــ منذ ٢٠٠ مليون سنة : بدأ ظهور عصر الديناصورات .

١١ــ منذ ٢٢٠ مليون سنة : بدء تكون سلسلة جزر انجلترا .

١٢ــ منذ ٣٠٠ مليون سنة : بدء تكون الفحم .

١٣ــ منذ ٣٣٥ مليون سنة : ظهور الزواحف .

١٤ــ منذ ٣٤٥ مليون سنة : تكون جبال الكالدونية

باسكتلندا ، متكونة أساسا من الحجر الرملي الأحمر .

١٥ـ منذ ٣٧٠ مليون سنة : ظهور البرمائيات ، يعتقد انها كانت مخلوقات بحرية ، وتركت المستنقعات المائية لتتغذى على الأراضي المخضرة .

١٦ـ منذ ٣٨٥ مليون سنة : ظهرت نباتات فوق الأرض ، وكانت ذات كتل كبيرة . وعندما تقابل البحر باليابسة ، نشأت مستنقعات كبيرة .

من الجدير بالملاحظة أن عصر الديناصور ، قد دام لفترة ١٥٠ مليون سنة . فعلى الانسان أن يعيش لمدة ١٤٩ مليون سنة أخرى ، اذا كان عليه أن يتساوى بعصر الديناصور .

متى تكونت القـارات ؟

تقع معظم مناطق اليابسة فوق سطح الأرض شـمال خط الاستواء ــ لكنها لم تكن كذلك دائما . فعلى مدى المـائتين مليون سنة المـاضية ، عندما بدأت الصور الأولى للديناصـور تجول فى أنحاء العالم ، كانت كل بقاع الأرض متصلة ببعضها فى كتلة ضخمة، امتدت من القطب الشمالى الى القطب الجنوبى ، ومنذ ذلك التاريخ، بدأت تلك القارة العملاقة تنقسم الى قارات ، كما نعرفها فى الوقت الحـالى .

فى عام ١٩١٢ ، اقترح الجيولوجى الألمـانى الفرد فجنر أن القارات كانت فى الأصـل قارة واحدة ضخمـة ، تسـمى « بانجيا » التى تعنى بالاغريقية أم القارات وقد أتى بدليل يبين أنه منذ حوالى مائتى مليون سنة ، بدأت البانجيا فى التشقق . وكان فجنر يعرف أن قشرة الأرض تتكون من نوعين رئيسيين من الصخور ــ كتـل كبيرة من الصـخر المعروف بالجرانيت (القارات) التى انغمرت فى صخر أكثر كثافة وهو البازلت .

وقد تصور قارات الجرانيت على أنها أرماث (أطواف)

طافية على قشرة البازلت ، وقد برهن على أن القارات تنجرف ببطء • وفى حقيقة الأمر ، فنحن نعرف الآن ان حركة القارات، هى حركة بطيئة بالفعل ـ ما بين سنتيمتر واحد الى ١٢ سنتيمتر فى السـنة •

وعلى مدى عشرين عاما ، ظل العلماء ينظرون لأفكار فجنر بارتياب شديد ، ومع مرور الوقت ، ظهرت أدلة جديدة تؤيد انزياح القارات • فإذا قارنا شكل سواحل غرب أفريقيا بسواحل شرق أمريكا الجنوبية ، يتضح أنهما قد انفصلا عن بعضهما فى يوم ما • واذا وضعت القارات فى موضع المقارنة ، ليس من ناحية حدود السواحل ، ولكن من عند مراكز الرفوف القارية تحت البحر ، فلايزال التوائم موجودا • فقد كانت أمريكا وأفريقيا ذات يوم متصلتان ، أى كتلة واحدة •

وقد اكتشف أيضا أن تكوين الصخور فى أجزاء شرق أمريكا الجنوبية تتطابق تماما مع تكوينات الصخور فى غربى أفريقيا • وقد ساعدت نظرية الانجراف القارى أيضا فى تفسير الصلة الوثيقة التى تربط بين أنواع الحيوانات فى الأراضى التى يفصلها الآن المحيط الأطلنطى •

وبمرور الزمن ، تزحزحت القارات مسافات شاسعة • ومن خلال فحص الحفريات الموجودة بالصخور ، وبواسطة

وسائل أخرى ، يستطيع العلماء الآن أن يرسموا مخطط لتاريخ مناخ منطقة ما .

وقد عرفوا ، على سبيل المثال ، أن الأنتاركتيكا كانت تقع فى أحد الأزمنة فى المنطقة المدارية ، وكانت تقع أمريكا الشمالية على خط الاستواء . وبقياس اتجاهات المجال المغناطيسى المثبتة فى صخور ذات أعمار مختلفة ، استطاع الخبراء رسم انجراف أراضى الصيد فى بريطانيا منذ كانت تقع جنوب خط الاستواء منذ ٤٠٠ مليون سنة .

على الرغم من أن حركة الألواح القارية حركة بطيئة جدا ، الا أنها تتحرك بقوة هائلة ، بسبب كتلها الضخمة . وأوضح فجنر أن الحافة الأمامية من قارة التى تتحرك خلال قشرة البازلت ، ستنبعج لأعلى مكونة سلاسل جبلية . وقد تكونت جبال الألب عندما اصطدمت أوروبا بأفريقيا ، وتكونت جبال الهيمالايا ، عندما اصطدمت آسيا بالهند .

ووضع فجنر فرضا آخر مهما يدعم نظرياته . فقد درس الرحلة الطويلة الهائلة التى يقوم بها سمك الانكليس الأوروبى من أجل التزاوج فى البحر الكاريبى ، ورحلة العودة الطويلة المتساوية للمياة الأوروبية التى يقوم بها صغار أسماك الانكليس .

والتفسير الوحيد الذى استطاع أن يجده فجنر لهذه الرحلات ، هو أن أسماك الانكليس لديها غريزة موروثة يرجع تاريخها الى الزمن الذى كانت فيه أمريكا وأوروبا متجاورتان .

كانت القارات جميعا فى يوم ما كتلة يابسة واحدة ، تسمى البانجيا ، والتى بدأت فى الانقسام فى العصور الكربونية الأخيرة (منذ حوالى مائتى مليون سنة) . فان بحر التيتان كان بحرا عميقا متسعا ، الذى يعتبر البحر المتوسط أحد آثاره الباقية ، قد امتد نحو الشرق ــ الغرب ــ وفى النهاية ، قسم « القارات العظمى » ليوراسيا وجوندونالند . وأوضاع القطبين (الشمالى والجنوبى) أدت الى ظروف مناخية مختلفة تماما فى مناطق معينة عن ظروفها المناخية الحالية . وعلى سبيل المثال ، فان بريطانيا ، كانت فى يوم من الأيام تعيش حياة استوائية .

كما اكتشف الجيولوجيون الحقائق تلو الأخرى عن تاريخ الأرض ، وبات من الواضح أن الأرض التى نعيش عليها ليست صلبة تماما كما يبدو عليها بالفعل . فالأرض التى تحت أقدامنا هى فى حركة مستمرة ، وبدراسة هذه الحركة سوف نكون قادرين على استنباط ما يحمله المستقبل لكوكبنا الأرض .

وعلى سبيل المثال ، هناك الكثير من الأبحاث الجارية لدراسة الحركات الأرضية المحتملة لفالق سان أدندريه فى

كاليفورنيا • ففى هـذا الفالق ، ينزلق اللوح القارى العظيم لأمريكا الشـمالية ، على لوح الباسـيفيكى • لكنـه لا ينزلق بسهولة ، فلا تزال هنـاك مقـاومة هائلة مركبة ، وفجـأة ، استسـلم الصـخر ، وحـدث زلزال ، كالزلزال الذى ضرب سان فرانسيسكو فى عام ١٩٠٦ •

ومما لاشك فيه أن الاجهاد لا يزال يتعاظم مرة أخرى على طول فالق سان أندريه ، وهـذا الاجهاد سوف يخف من خلال حركة أرضية حوالى بضعة أمتار فقط ، فى غضون مئات السنين القليلة القادمة •

لا يزال الانسان عديم الحيلة بالنسبة لحركة القارات •

صخرا جرانيتيا عمره ألفين مليون سنة

« توجد فى الوادى الضيق العظيم (Grand Canyon) بولايـة اريزونا بالولايات المتحـدة (الذى يبـلغ طوله ٣٢٠ كم وعمقـه ١ر٦ كم) ، أحد العجائب الطبيعية ، والتى الى حد علمى ، لا يوجد مثيل لها على مستوى العالم » •

هـكذا عقب الرئيس الأمريـكى ، تيـودور روزفلـت (١٨٥٨ ــ ١٩١٩ السـياسى الأمريـكى والرئيس السـادس والعشرون للولايات المتحدة الأمريكية فى الفترة من ١٩٠١ الى ١٩٠٩) ، بعد أن زار أرض العجائب عام ١٩٠٣ • وقد وجدت كلماته صدى لدى الملايين من شعبه منذ ذلك التاريخ •

فى موضوع من أين تبدأ الأنهار ؟ قرأت كيف يشق النهر طريقه فى مساره عبر الأرض ، وكيف يبلى الصخور والتربة فى مجراه • فالوادى الضيق العظيم هو أحد الأمثلة الحية لهـذا النوع من التعرية • فلا يوجد مكان آخر من العـالم يمـكن مشاهدة تأثير المياه الجارية على الأرض بهذه الصورة •

فالنهر الذى أحدث ذلك التغيير هو نهر كلورادو ، الذى ظل على مدى ملايين السنين ، يقطع ويمزق طريقه خلال الريف ، الى أن شكل هو وروافده بمساعدة الرياح والصقيع ، عدد لا يحصى من الخوانق تمتد لآلاف الكيلو مترات • ولعل أعظم هذه الوديان الضيقة أو الخوانق ، هو الوادى الضيق العظيم •

هذا الوادى الضيق العظيم الذى يبلغ طوله ٣٥٠ كم ، ويتراوح عرضه ما بين ٦ الى ٣٠ كيلو مترا ، ويصله عمقه الى كيلو مترا ونصف • ويظهر النهر من حافته العليا ، وانه مجرد مجرى هزيل ، مع أنه يزيد على تسعين مترا عرضا وتسعة أمتار عميقا ، ويندفع بسرعة هائلة ، ويتخطى الجلاميد والصخور ممخضا المياه الى شكل الزبد الأبيض •

عاش الهنود فترة طويلة فى المنطقة ، بينما كان أول أوربيين يشاهدون الوادى الضيق ، كانوا فرقة من الجنود الأسبان تحت قيادة دون جراسيا لوبيه دى كارديناس • وكان ذلك فى عام ١٥٤٠ • وبعد أن أدرك القائد أن منطقة الوادى عائقا يصعب اجتيازه ، ولما لم يكتشف أية آثار للذهب فى المنطقة ، فقد واصل سيره الى مكان آخر ، ولأكثر من ثلاثة قرون ظلت هذه المنطقة المنيعة ، مجهولة بالفعل ولم يفكر أحد فى استكشافها •

ولم يكن قبل ما يزيد على مائة سنة بقليل حتى تم اجراء

مسح شامل للمنطقــة ، حيث قاد الجيولوجى الأمريكى جون ويسلى بويل فريقا من الباحثين على ظهر قوارب تجديف .

وقد كتب : « تتحد كل هذه الوديان الضيقة لتكون واديا ضيقا واحدا ، يعتبر من أجمل المناظر الرائعة على وجه الأرض.

منذ ذلك التاريخ ، كان الوادى الضيق العظيم محط أنظار ملايين الناس . ويزوره فى الوقت الحــالى ما يزيد على ثلاثــة ملايين شخص كل عام . والبعض يأتى فى رحــلات جماعيــة لمشــاهدة الريف البرى بأشكاله العجيبــة وجباله المنحوتة ، والبعض يقوم برحلة استكشافية للقاع على طول الممر الضيق الجميل ـ اما على ظهر البغال أو سيرا على الأقدام ، والبعض يأتى لتحدى قوة النهر فى قوارب طويلة ، والبعض يأتى ليفهموا سر عظمته المهيبة .

ويأتى هنا أيضا العلماء والطلبة من أجل مشاهدة جوانب الممر الضيق التى يبلغ ارتفاعها الكيلو متر ونصف ، وطبقــات الصخر متعددة الألوان ، التى يتغير لونها مع ساعات النهــار تبعا لدرجــة ســطوع الشــمس ، وتكشف عن النمط الكامل لتغيرات الأرض فى فترة تغطى مئات الملايين من السنين .

ومن خلال فحص طبقــات الصخر العديدة الظــاهرة ، ودراســة بقايا حفريات نباتات ما قبل التاريخ ، والأســماك

والحيوانات الصغيرة ، يستطيع العلماء أن يكشفوا عن قصة القشرة الأرضية ، بثقة كاملة ، مثلما يكشف كاتب القصة البوليسية عن تفاصيل ذلك الذى قام بهذه القصة الغامضة .

ويستطيعون أن يروا كيف تشكلت الجبال العظيمة على مدى ملايين السنين من خلال حركات القشرة الأرضية ، أو الثوران البركانى ، وكيف بليت هذه الجبال ، وتحولت بفعل التعرية الى أرض منبسطة ، وكيف طغت البحار على السهول وغمرتها تماما — ان نمط الحركة والفيضان والتعرية ، يتكرر مرات عديدة .

ويتكون القاع السفلى الضيق من صخر الجرانيت ، الذى ربما يكون قد تكون منذ ٢٠٠٠ مليون سنة من صخر ساخن سائل يشبه الحمم ، قذفت به البراكين . ثم تأتى بعد ذلك طبقات من الحجر الجيرى والطفل الصفحى ، الذى تكون عندما رسبت البحار ترسيباتها على الأرض ، والحجر الرملى الذى يتكون من حبيبات الرمل المتكدسة والمنضغطة .

وبنفس الطريقة ، فكما تدلنا حلقات الشجرة المقطوعة على قصة حياتها ، فنفس الشيء ينطبق على طبقات صخور الوادى الضيق التى تحكى لنا قصة أريزونا . فكل شيء موجود هناك لكى تراه العين الخبيرة ، خريطة تسجل التاريخ بكل وضوح مثل المدرس الذى يرسم خريطة على سبورة .

هل يمكن للمياه أن تصنع صخورا جميلة ؟

لا يوجد شيء يخيف أكثر من قطرة تتساقط بانتظـام ، قطرة ماء فى ظلمة جوف الأرض • وعمق بعيد تحت الأرض ، تصنع هذه القطرات المنتظمة ، أشكالا رائعة من الأحجار ، التى اذا عهد بهـا لفنان ، فلقد يحتـاج تشكيلها مئات السنين •

تتـكون الكهـوف الموجـودة تحت الأرض عـادة من الصخور ــ الحجر الجيرى على وجه الخصوص ــ الذى يتحلل فى المـاء • ومن الواضح أن هذه الصخور لا تتحلل بسرعة ، لكنه بمضى السنين ، تستطيع الفراغات الكبيرة تحت الأرض أن تتشكل اذا وجد هنـاك ماء جار ــ وخصوصا اذا احتوى ذلك المـاء على ثانى أكسـيد الكربون المذيب ، الذى يجعل منه حامضـا خفيفـا • تنشـأ الهـوابط والصـواعد (Stalactities & Stalagmites) وتكوينـات الكهـوف الأخرى ، عندما يدخل المـاء المتقطر أو السائل كهفا كبيرا تم

انشاؤه من فترة بعيدة من خلال جداول المياه المندفعة تحت الأرض بقوة .

يكون نز الماء الذى يأتى من الشروخ الصغيرة الموجودة بسقف الكهف ، مشبعا بالحجر الجيرى المتحلل . بينما داخل كهفا كبيرا ، فقد تتبخر بعض المياه ، أو يتصاعد بعض من ثانى أكسيد الكربون الموجود بالماء الى الهواء . وفى أى من الحالات ، يمكن أن يحمل الماء الآن قليلا من الحجر الجيرى المذاب ، الذى يترسب لهذا السبب — وغالبا ما يشكل منشآت صخرية فى غاية الروعة .

وتوضح الرسومات كيف نشأت تكوينات نوعى الكهف المشهورين الهوابط (التى تنمو لأسفل من سقف الكهف) والصواعد (التى تنمو لأعلى من أرضية الكهف) . فعندما ترسب كل قطرة ماء قليلا من الحجر الجيرى قبل أن تنزل الى قاع الكهف ، يتمدد ، ويترسب المزيد من الحجر الجيرى . وعلى ذلك ، تنمو الأصابع الشبيهة بالكتل الجليدية المدلاة ، لأسفل من سقف الكهف ، ولأعلى من أرضية الكهف .

ويبلغ سمك أبسط أنواع الهوابط ، ستة مليمترات — وهو سمك قطرة الماء . ولها قناة مركزية ضيقة ينساب منها الماء .

ولكن مع نمو الهــوابط ، يجرى المـاء عادة لأســفل محولا الهابط مخروط مستطيل .

ولا يوجد للصــواعد ، التى تتــكون من قطرات المـاء الموجودة فى سقف الكهف قلب مركزى ، وعادة ما تكون أكثر سمكا من الهوابط . وعلى مدى العديد من السنين ، قد يلتقى الصاعد بالهابط فى الوسط ليكونا معا عمودا من الصخر .

ما هـو الشـهاب ؟

فى كل يوم من حياتنا ، يخترق الغـلاف الجوى للأرض حوالى ٨٠٠٠ مليون شهاب ، وتحتجزه جاذبيـة كوكبنا ، وهو مندفع نحونا بسرعة تصـل ٤٠ كم فى الثانية • ولحسن حظنا ، القليل جدا منها الذى يصـل الأرض ، بسبب وجود طبقة واقية من الغـلاف الجوى • وكل هؤلاء الزوار تقريبا من الفضـاء ، يتبخرون على ارتفاع ٨٠ كم فوق رؤوسـنا •

ما الشهاب ؟ القول المختصر ، انه أى قطعة من مادة صلبة، ليست من الضخامة حتى نسميها كويكب (وهو الكوكب الصغير من الدوارات حول الشـمس ، معظمهـا بين مدارى المـريخ والمشترى) • فالشهب لا تأتى من الفضـاء الخارجى ، فهى جزء من نظامنا الشمسى ، وتدور فى مدارات أهليجية منتظمـة حول الشمس •

قد نعتقد أن الفضاء ، فراغ موجود خارج الغلاف الجوى للأرض ، لكنـه ليس كذلك تماما • فقـد أظهرت حسابـات

الفلكيين ، أنه يوجد فى « فراغ » الفضاء حوالى ١٠٠٠ جسيم فى كل كيلو متر مكعب منه • معظم هذه الجسيمات صغيرة جدا ــ يتراوح مقطعها ، بدءا من ١٠٠/١٠٠٠ جزء من السنتيمتر الى واحد مليمتر •

لكن حتى ذلك الجزىء الذى يبلغ قطره مليمتر واحد ، والذى يمكن أن يحدث ذلك الاندفاع المفاجىء للضوء فى سماء الليل ، نطلق عليه النيزك (الشهاب) ، عندما يدخل فجأة فى غلافنا الجوى ، ويصبح ساخن أبيض عند احتكاكه بالهواء والجسيمات بمثل هذا الحجم تحترق فى السماء قبل أن تصل الأرض • وهناك شهب أكبر ــ بعضها يصل قطره بضع من سنتيمتر ، وتعتبر أنصع من أنصع النجوم عندما تومض نحونا ، ولاتزال هناك شهب أكبر ، وبعض من هذه الشهب الكبيرة ، أو أجزاء منها تصل الأرض مثل الرجم أو الحجر النيزكى •

لقد قدر أن حوالى ٤٠٠ طن من المواد النيزكية تهبط على سطح الأرض كل يوم ، خصوصا الجسيمات الدقيقة التى لايمكن للعين المجردة أن تلاحظها •

وتعتبر الرجم الكبيرة نادرة تماما • فقد أحضر المستكشف القطبى روبرت بيرى معه من جرينلاند ، رجما يزن ٣٦ طنا ،

فى حين أن العينة الكاملة الكبرى ، اكتشفت بالقرب من هوبا فى دولة ناميبيا (جنوب غرب أفريقيا) • وكان هـذا الرجم يزن ستون طنا •

لكننـا نعرف أن الكثـير من الرجم اصطدمت بالأرض فى المـاضى • فمنذ حوالى ٢٠٠٠٠ سنة ، غاصت فى صحراء أريزونا قطعة ضخمـة من المعدن ، يصـل قطرها عشرون مترا ، وكانت تتكون من الحديد والنيكل • هـذا الرجم العملاق ، ربما كان يصل وزنه حوالى المليون طن عندما كان يشق طريقه نحو الأرض حتى ترك حفرة عمقها مائتى متر وقطرها ألف ومائتى مترا • وقدر العلمـاء أن انفجار هـذا الرجم عند اصطدامه قد حرك حوالى ٣٠٠ مليون طن من الصخر من مكانها •

ان تكرار سقوط مثل هـذه الرجم قليل وتحدث على فترات متباعدة ، لكن هـذا القرن شهد سقوط رجمـان كبيران نسبيا • ومن الغريب أنهمـا سقطا فى منطقـة قاحلة غير آهلة بالسكان فى سيبريا بروسيا • أحدهما وقع فى عام ١٩٤٧ ، بينما سقط الآخر قبله بحوالى ٤٠ سنة ، ولايزال ليس له تفسير حقيقى •

وفى ٣٠ يناير عام ١٩٠٨ ، حدث انفجار ضخم فى خرابة موحشـة بالقرب من نهر تانجسكا (أحد روافد نهر ينسى فى

وسط روسيا الأسيوية) • وقد شوهدت كرة من اللهب ، وتطايرت النوافذ على بعد ١٥٠ كم ، وصاحبها ضوضاء مزمجرة أشبه بالرعد • وقد سجل ضغط الانفجار فى مقاييس الضغط بانجلترا •

اكتشاف غريب :

وتتيجة لتعذر الوصول الى المنطقة ، تطلب تجهيز بعثة علمية سنوات عدة ، وبدا أن رجما ضخما هو التفسير الأكثر احتمالا • لكن العلماء عندما وصلوا فى النهاية الى الموقع ، وجدوا منظرا غير عاديا : غابة ، يبلغ عرضها كيلو مترا ونصف ، ويزيد طولها على ثلاثين كيلو مترا ، مسطحة تماما ، وحرارة شديدة أحرقت المنطقة جميعا •

اذا كان السبب فى الحريق هو رجم ، حينئذ فقد كان رجما عملاقا (يزيد على ٥٠٠٠٠ طن) ، الذى اقترب من الغلاف الجوى للأرض بزاوية منخفضة • ومع ذلك ، لم يوجد أثرا لحفرة ، ولم توجد شظايا شهاب واضحة •

وقد يكون التفسير المحتمل ، هو أن الرجم انفجر فوق الأرض ، وتبخر أثناء انفجاره • لكن مستويات النشاط الاشعاعى فى المنطقة كانت عالية ، والنباتات المتغيرة فى المنطقة القريبة ، قد أوحت بغبار ذرى متساقط • ويحتمل أن تكون نواة مذنب ،

هى التى أحدثت هـذا الانفجار المفاجىء العنيف • واذا كان قد حدث هـذا فى منطقة مكتظة بالمبانى مثل موسكو ، فقد كان الدمار وضريبة الموت ، ستصبحان أكبر من الدمار الذى يحدثه انفجار قنبلة هيدروجينية •

ويمكن فى أى ليلة صافية مشاهدة شهاب يومض بين حين وآخر عبر السماء • بينما يوجد أحيانا وابل من الشهب ، يعتقد العلماء أنهـا تأتى من الحطـام الموجود فى أذيال المذنبـات • ويدور هذا الوابل أيضا فى مدارات أهليجية حول الشمس • وعندما يدخل مثل هـذا الوابل الغلاف الجوى للأرض ، تبدو سماء الليل وكأنها ممتلئة بالشرر المتساقط •

وعلى سبيل المثال ، ففى عام ١٩٦٦ ، أحدث ما يسـمى بالوابل الأسدى ، ٢٠٠٠ شهابا مثيرا فى دقيقة واحدة • (وقد سمى الوابل بهذا الاسم ، لأنه يبدو أن الشهب تأتى من منطقة كوكبة الأسـد ، ويظهر أن حدوثها يتكرر مرة كل ٣٣ سنة) • ان أهم الوابلات السنوية المعروفة فى شـمال الكرة الأرضية ، تسمى بفرسيدس (perseids) • ويحدث هـذا الوابل بين العاشر والثالث عشر من أغسطس كل عام ، وتأتى شهبه من ممرات متوازية من جهة كوكبة الجبار •

وعلى الرغم من أنه يوجد ملايين من الشهب التى تنطلق نحو غلافنا الجوى ؛ فمن المستبعد تماما أن يصطدم الانسـان

بواحد منها فى يوم من الأيام ، ففى حقيقة الأمر ، لاتوجد حالة موثوق من صحتها تقول بأن شخصا قد قتله شهاب . فى عام ١٩٥٥ ، فى مدينة سيلاكواجا بولاية أريزونا بالولايات المتحدة ، اصطدمت سيدة أثناء نومها بنفخة غير مباشرة من شهاب ، نفذ خلال بيتها من أحد النوافذ المفتوحة . وكانت هذه هى « النجاة بأعجوبة » الموثقة .

هناك ثلاثة أنواع من الرجم : النوع الأول المصنوع كلية من الحجر ـ سيليكات تقريبا ، النوع المصنوع من المعدن ـ سبيكة من الحديد والنيكل تقريبا ، ومعادن أخرى ، وذلك النوع الذى يتكون من خليطا من النوعين الأوليين . وتتكون معظم الشهب من النوع الحجرى ، والقليل جدا منها من الحجر والحديد .

تعتبر الرجم ذات قيمة كبيرة بالنسبة للعلم ، لأنها الأجسام الوحيدة التى تأتى الينا من خارج الأرض . وتعتبر ذات قيمة مهمة اذا ما اكتشفت وحللت قبل أن تتلوث بالمواد الموجودة بشكل طبيعى على سطح الأرض . وقد يرجع تاريخ هذه الشهب الزائرة من الفضاء الى زمن تكون النظام الشمسى نفسه . وعلى ذلك فهى تقدم لرجال الفلك مزيدا من المعلومات عن عمر الشمس وكواكبها التى تدور حولها ، وأيضا عن التركيب الكيميائى للكون نفسه .

وعلى الرغم من أنه من غير المحتمل أن تشاهد سقوط رجم، الا أنه من المؤكد يمكنك أن ترى العديد من « النيازك » ، اذا راقبت سماء الليل فى الأوقات المناسبة . ولكن اذا أمكن ، فمن المفيد زيارة أحد المتاحف ومشاهدة بعض من هـذه « الأحجار المتساقطة من السماء » .

الفهـــرس

الصفحة

الصفحة

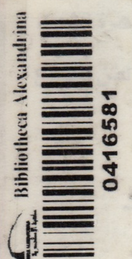
مطابع الهيئه العامه للكتاب

I . S . B . N ٩٩ / ٩٧.٧
977 - 01 - 6262 - 0



المعرفة حق لكل مواطن وليس للمعرفة سقف ولاحدود
ولاموعد تبدأ عنده أو تنتهى إليه.. هكذا تواصل مكتبة الأسرة
عامها السادس وتستمر فى تقديم أزهار المعرفة للجميع. للطفل
- للشاب- للأسرة كلها. تجربة مصرية خالصة يعم فيضها ويشع
نورها عبر الدنيا ويشهد لها العالم بالخصوصية ومازال الحلم
يخطو ويكبر ويتعاظم ومازلت أحلم بكتاب لكل مواطن ومكتبة
لكل أسرة... وأنى لأرى ثمار هذه التجربة يانعة مز
بأن مصر كانت ومازالت وستظل وطن الفكر المتحرر و
والحضارة المتجددة.

سوزان مبا



مكتبة الأسرة



١٢٥ قرشاً

مهرجان القراءة للجميع 1999